# ASTROFIZICA PENTRU COPII GRĂBIȚI

# ASTROFIZICA PENTRU COPII GRĂBIȚI

Stelele care explodează strălucitor ca aceasta din imagine, sclipind sub discul galaxiei, i-au ajutat pe astrofizicieni să înțeleagă că universul se extinde mai rapid decât ne așteptam.

# ASTROFIZICA PENTRU COPII GRĂBIȚI

**NEIL deGRASSE TYSON**

împreună cu Gregory Mone

Traducere din engleză de
**Smaranda Nistor**

PANDORA M

**EDITORI:**
Magdalena Mărculescu
Vasile Dem. Zamfirescu
Silviu Dragomir

**FONDATOR:**
Ion Mărculescu, 1994

**REDACTARE:**
Alexandra Fusoi

**DESIGN ȘI ILUSTRAȚIE COPERTĂ:**
Andrei Gamarț

**DIRECTOR PRODUCȚIE:**
Cristian Claudiu Coban

**DTP:**
Mirela Voicu

**CORECTURĂ:**
Rodica Crețu
Irina Mușătoiu

Conținutul acestei lucrări electronice este protejat prin copyright (drepturi de autor), iar cartea este destinată exclusiv utilizării ei în scop privat pe dispozitivul de citire pe care a fost descărcată. Orice altă utilizare, incluzând împrumutul sau schimbul, reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea, închirierea, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informației, altele decât cele pe care a fost descărcată, revânzarea sub orice formă sau prin orice mijloc, fără consimțământul editorului, sunt interzise. Dreptul de folosință al lucrării nu este transferabil.
Drepturile de autor pentru versiunea electronică în formatele existente ale acestei lucrări aparțin persoanei juridice Pandora Publishing SRL.

Titlul original: Astrophysics for Young People in a Hurry
Autor: Neil deGrasse Tyson și Gregory Mone

Copyright © 2019, 2017 by Neil deGrasse Tyson
All rights reserved.
Originally published in English by Norton Young Readers, an imprint of W. W. Norton & Company, Inc.

Copyright © Pandora M, 2019
pentru prezenta ediție

O.P. 16, Ghișeul 1, C.P. 0490, București
Tel.: +4 021 300 60 90 ; Fax: +4 0372 25 20 20
W: pandoram.ro

ISBN (Print): 978-606-978-252-1
ISBN (PDF): 978-606-978-310-8
**Pandora M face parte din Grupul Editorial TREI**

# CUPRINS


Prolog: cu câinii la plimbare, ca să văd stelele 7

1

Cea mai mare și mai importantă poveste spusă vreodată 13

2

Cum comunicăm cu extratereștrii 31

3

Să fie lumină! 42

4

Între galaxii 55

5

Materia întunecată 68

6

Energia întunecată 82

7
Elementele mele preferate 93

8
De ce lumea e rotundă 104

9
Universul invizibil 115

10
Prin cartierul nostru solar 126

11
Cum ar arăta Pământul în ochii unui extraterestru 135

12
Să te uiți în sus și să ai gânduri mari 147

Glosar 157

Sursele ilustrațiilor 165

# Prolog:

# Cu câinii la plimbare, ca să văd stelele

M-am hotărât să mă fac astrofizician când aveam 9 ani. Țin minte noaptea cu pricina. Cerul era plin de stele. Carul-Mare și Carul-Mic. Planetele Jupiter și Saturn. Un meteor lăsa o dără spre orizont și am văzut ceva care arăta ca un nor mișcându-se pe cer. Dar nu era deloc un nor. Mă uitam fix la propriul nostru cartier cosmic, galaxia Calea Lactee, o zonă din spațiu unde sunt înghesuite o sută de miliarde de stele. Timp de aproape o oră, am privit cu mirare la toate aceste lucruri în mișcare.

Pe urmă s-au aprins luminile din nou și m-am trezit așezat în planetariul Muzeului American de Istorie Naturală.

Ceea ce văzusem eu era un spectacol cu stele, dar efectul asupra mea a rămas același. În noaptea aceea, am știut ce vreau să mă fac când voi fi mare. Voi fi astrofizician.

La acea vreme, abia dacă puteam pronunța corect cuvântul. Dar conceptul este de fapt unul destul de simplu.

Astrofizica se ocupă cu studierea planetelor, a stelelor și a altor corpuri cerești și a felului în care funcționează și interacționează acestea între ele.

Astrofizicienii studiază găurile negre cosmice, acei monștri stranii care înghit toată lumina și materia la care pot ajunge. Privim cerurile după semne de supernove — exploziile strălucitoare ale stelelor care mor.

Suntem o gașcă neobișnuită și curioasă. Pentru un astrofizician, un an este timpul de care are nevoie planeta noastră ca să-și încheie călătoria anuală în jurul Soarelui. Dacă te duci la petrecerea pentru ziua de naștere a unui astrofizician, cel mai probabil nu o să auzi că i se cântă „Mulți ani trăiască", ci:

*La multe orbite solare...*

Mintea ne stă tot timpul la știință. În glumă, un prieten actor mi-a citit de curând clasica poveste de adormit copiii *Noapte bună, Lună!* N-ai nevoie de un savant care să-ți spună că, de fapt, vacile nu pot să sară peste Lună, așa cum se întâmplă în cărticica aceea. Dar un astrofizician poate să-și dea seama ce ar fi trebuit să facă văcuța dacă voia să-i reușească totuși cascadoria cu pricina. Ar putea avea o șansă dacă ținteşte spre locul unde va fi Luna peste trei zile, după care începe să sară cu viteza de 40 000 de kilometri pe oră.

Nu știam prea multe despre astrofizicieni când aveam 9 ani. Nu voiam decât să înțeleg ce văzusem în timpul spectacolului de la planetariu și dacă într-adevăr cosmosul real, universul ca întreg, chiar era atât de fantastic. Întâi am început să studiez cerul de pe acoperișul blocului în care locuiam, furișându-mă acolo împreună cu unul dintre prietenii mei și cu binoclul lui care pica tocmai bine. Mai târziu, am început o afacere cu plimbat câinii vecinilor, ca să

strâng bani și să-mi pot cumpăra propriul meu telescop. Erau câini mari, câini mici, câini răi și câini prietenoși. Câini cu hăinuțe de ploaie. Câini cu șepcuțe și ghetuțe. Pe toți i-am plimbat, ca să pot vedea stelele.

În anii care au trecut de atunci, am folosit telescoape tot mai mari, pornind de pe acoperișul acela din New York și ajungând pe vârfuri de munte în America de Sud. În tot acest timp, firul roșu comun a fost dorința mea de a înțelege cosmosul și de a face părtași la pasiunea mea cât mai mulți oameni.

Inclusiv pe tine.

Nu mă aștept ca oricine citește această carte să-și dorească pe loc să devină astrofizician. Dar poate că îți va trezi curiozitatea. Dacă te-ai uitat vreodată în sus, spre cerul nopții, și te-ai întrebat: Ce înseamnă toate astea? Cum merg lucrurile pe lumea asta? Și care e locul meu în univers?, atunci eu te încurajez să citești mai departe. *Astrofizica pentru copii grăbiți* îți va oferi cunoștințe de bază despre marile idei și descoperiri care îi ajută pe oamenii de știință să se gândească la univers. Dacă am reușit să te conving, vei putea să-ți lași părinții cu gura căscată la cină, să-ți impresionezi profesorii și să privești spre stele în nopțile senine cu un sentiment mai profund atât de înțelegere, cât și de mirare.

Așa că hai să pornim la drum! Am putea începe cu două dintre cele mai grandioase mistere, materia întunecată și energia întunecată, dar mai întâi trebuie să trecem prin ceea ce eu consider a fi cea mai frumoasă și mai importantă poveste spusă vreodată.

Povestea vieții.

În ultimul secol, astronomii au identificat opt stele care explodează în această galaxie spirală — și de aceea a fost numită galaxia Artificiilor.

# ASTROFIZICA PENTRU COPII GRĂBIȚI

# 1.

# Cea mai mare și mai importantă poveste spusă vreodată

La început, acum aproape 14 miliarde de ani, întregul univers era mai mic decât punctul cu care se termină această frază.

De câte ori mai mic? Imaginează-ți că acest punct ar fi o pizza. Acum împarte această pizza într-un bilion de bucăți. Totul, inclusiv particulele din care este alcătuit corpul tău, copacii sau clădirile pe care le vezi când te uiți pe fereastră, ciorapii celui mai bun prieten al tău, petuniile, școala ta, munții impunători și oceanele adânci de pe planeta noastră, sistemul solar, galaxiile îndepărtate — tot spațiul, toată energia și toată materia din cosmos erau înghesuite în acel punctuleț.

Și era fierbinte.

Totul era atât de fierbinte, cu atât de multe înghesuite într-un spațiu atât de mic, încât universul nu putea să facă decât un singur lucru.

Să intre în expansiune.

Rapidă.

Astăzi, numim acest eveniment Big Bang; într-o minusculă fracțiune de secundă (mai precis, o zecime de milionime de bilionime de bilionime de bilionime de secundă), universul a crescut enorm.

Ce știm despre acest prim moment din viața cosmosului nostru? Foarte puține, din păcate. Astăzi, am descoperit că există patru forțe care controlează totul, de la orbitele planetelor și până la micuțele particule care alcătuiesc trupurile noastre. Dar, în acel moment de după Big Bang, toate aceste forțe erau îngrămădite într-una singură.

Pe măsură ce s-a dilatat și s-a extins, universul s-a răcit.

Către sfârșitul acestei fărâmițe de timp, cunoscută printre oamenii de știință sub denumirea de „perioada Planck", după numele fizicianului german Max Planck, una dintre forțe s-a desprins de celelalte. Această forță, gravitația, ține laolaltă stelele și planetele care alcătuiesc galaxiile, nu lasă Pământul să cadă de pe orbita lui din jurul Soarelui și îi împiedică pe copiii de 10 ani să arunce la coș de sus la panoul de baschet. Printre altele. Pentru o demonstrație simplă a atracției gravitaționale constante, închide această carte, ridic-o la câțiva centimetri deasupra celei mai apropiate mese, după care dă-i drumul să cadă. Așa arată gravitația în acțiune.

(Dacă totuși cartea n-a căzut, te rog să identifici cel mai apropiat astrofizician și să declari stare de urgență cosmică.)

Totuși, în acele prime câteva clipe ale universului nou-născut, nu existau nici planete, nici cărți și nici copii de 10 ani care să

## Poți să arunci la coș de sus pe Marte?

Hai să presupunem că ai putea să te duci de-adevăratelea pe Marte, chestie deloc ușoară, și ai avea un costum de astronaut care îți asigură suficientă libertate de mișcare ca să poți sări în sus. Intensitatea atracției gravitaționale de pe orice planetă sau lună depinde de masa acesteia. Pentru că planeta Marte nu e atât de masivă ca Pământul, gravitația ei e un pic mai mare de o treime din gravitația terestră. Deci există o șansă să poți sări destul de sus. Dar sper că, dacă vei reuși să ajungi pe Marte într-o bună zi, n-o să-ți pierzi vremea jucând baschet. Vor fi multe alte lucruri interesante de văzut și de făcut.

joace baschet și asupra cărora să acționeze gravitația. Aceasta își face cel mai bine treaba cu obiecte de mari dimensiuni, iar în universul timpuriu totul era încă inimaginabil de mic.

Dar acesta a fost doar începutul.

Cosmosul a continuat să crească.

În continuare, celelalte trei forțe principale ale naturii s-au desprins unele de altele*. Principala sarcină a acestor forțe este să controleze particulele minuscule sau masele de materie care umplu cosmosul.

După ce acele patru forțe s-au despărțit, aveam ce ne trebuia ca să construim un univers.

* Cele patru forțe sunt gravitația, forța nucleară tare, forța nucleară slabă și electromagnetismul. Vom discuta mai multe despre ele ceva mai târziu.

## De la început a trecut o bilioninie de secundă.

Universul era încă inimaginabil de mititel și de fierbinte și începea să fie din ce în ce mai aglomerat cu particule. În acest moment, particulele erau de două feluri, respectiv quarcuri — care rimează cu arcuri — și leptoni. Quarcurile sunt niște animăluțe capricioase. Niciodată n-ai să poți prinde un quarc care să stea așa, de unul singur; întotdeauna se va agăța

## Multele denumiri ale materiei

Mi s-a atras atenția că n-ar fi deloc indicat să le prezint cititorilor tineri așa de multe denumiri și atât de mulți termeni noi. Deci voi rezista tentației de a detalia diferitele tipuri de quarcuri din univers — sus, jos, ciudate, fermecate. Dar chiar cred că trebuie să știți de quarcuri și leptoni. Întregul univers vizibil e clădit din ei. Inclusiv voi înșivă. În plus, din câte am observat eu, copiii n-au absolut nicio problemă să memoreze denumirile complexe ale variatelor specii de dinozauri. Bineînțeles, unii dinozauri sunt feroce și înspăimântători, ceea ce îi face perfect demni de memorat. Dar, pe de altă parte, noi vorbim aici despre chestiile alea din care e făcut universul! Și particulele sunt fascinante, chiar dacă mai puțin feroce decât dinozaurii. În fond și la urma urmei, fără ele n-ar fi existat nici dinozaurii.

de altele din apropiere. Sunt sigur că ai și tu cel puțin un prieten sau un coleg de clasă care se poartă la fel. Quarcurile seamănă cu copiii ăia care nu vor niciodată să facă nimic singuri, nici măcar să se ducă la baie.

Forța care ține laolaltă două sau mai multe quarcuri devine de fapt tot mai intensă cu cât încerci să le desparți — ca și cum ar fi prinse împreună cu un fel de elastic invizibil. Dar, dacă tragi de ele îndeajuns de tare, elasticul se rupe și energia stocată dă naștere unui nou quarc la fiecare capăt, dându-i fiecărui quarc din perechea pe care tocmai ai despărțit-o câte un nou prieten. Imaginează-ți cum ar fi dacă s-ar întâmpla la fel și la tine în clasă, când ai încerca să desparți doi copii inseparabili și fiecăruia i-ar crește câte o dublură. Fără îndoială că profesorii voștri ar înlemni de uimire.

Leptonii, pe de altă parte, sunt niște singuratici. Forța care ține quarcurile la un loc nu are niciun efect asupra leptonilor, deci n-ai să-i vezi strânși ciopor. Cel mai cunoscut lepton este electronul.

Pe lângă aceste particule, cosmosul era plin ochi cu energie, iar această energie era înmagazinată în pachețele sau grămăjoare ondulate, din particule de energie luminoasă denumite fotoni.

Aici devine ciudată toată treaba.

Universul era atât de fierbinte, încât fotonii se transformau în mod curent în perechi de particule materie–antimaterie. Iar aceste perechi se ciocneau, transformându-se la loc în fotoni. Dar, din motive cu totul misterioase, una dintr-un miliard de asemenea transformări avea ca rezultat doar o particulă de materie, fără prietena ei antimaterie. Dacă n-ar fi existat aceste supraviețuitoare singuratice, universul n-ar avea pic de materie în el. Ceea ce a fost foarte bine, de fapt. Pentru că toți suntem făcuți din materie.

## Antimateria

Toate particulele esențiale din univers, inclusiv quarcurile și leptonii cu care tocmai am făcut cunoștință, au gemeni din antimaterie, care sunt opusurile lor din toate punctele de vedere. Să luăm electronul, cel mai cunoscut membru al familiei leptonilor. Electronul are o sarcină electrică negativă, dar opusul lui din antimaterie, pozitronul, are sarcină electrică pozitivă. Însă nu prea vedem multă antimaterie în jur, fiindcă, din clipa în care se naște o particulă de antimaterie, ea își caută imediat geamăna făcută din materie, iar întâlnirile acestea nu merg niciodată bine. Gemenele se distrug reciproc, transformându-se într-un impuls de energie. (Vezi povestea despre domnul Tompkins a fizicianului George Gamow, în Capitolul 3.) În ziua de azi, oamenii de știință creează particule de antimaterie în cadrul unor experimente-gigant, în care atomii se ciocnesc violent unii de alții. Putem să le observăm urmărind coliziunile care eliberează cantități mari de energie din spațiul cosmic. Însă antimateria este probabil cel mai ușor de găsit în poveștile științifico-fantastice. Ea este combustibilul care alimentează motoarele faimoasei nave spațiale *Enterprise* din filmele și serialul de televiziune *Star Trek* și apare mereu în benzile desenate.

Noi chiar existăm, și știm că, odată cu trecerea timpului, cosmosul a continuat să se extindă și să se răcească. După ce a crescut mai mare decât sistemul nostru solar, temperatura a scăzut cu repeziciune. Universul era încă extraordinar de fierbinte, dar temperatura scăzuse sub un bilion de kelvini.

## cum măsurăm temperatura

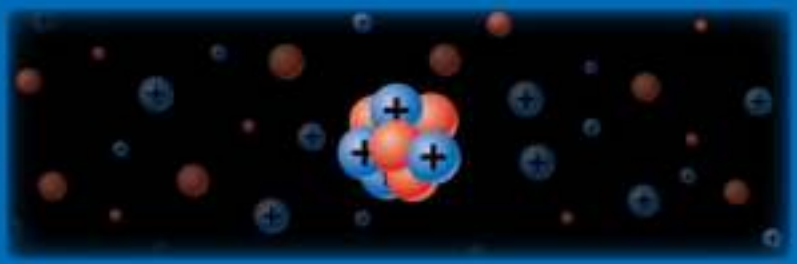
Poate că ai aflat deja, dar există mai multe feluri diferite de a descrie temperatura unui sistem. În Statele Unite, noi vorbim despre grade Fahrenheit. În Europa și în mare parte din restul lumii, standardul este dat de gradele Celsius. Astrofizicienii folosesc unitatea de măsură numită kelvin, un standard în care zero chiar înseamnă zero de-adevăratelea. Nu se poate mai rece decât atât. Deci un bilion de kelvini înseamnă că este mult, mult mai cald decât un bilion de grade Fahrenheit sau Celsius. Eu n-am nimic împotriva celorlalte standarde de măsură. În viața mea de zi cu zi, mă descurc cu grade Fahrenheit. Dar când mă gândesc la univers, totul e în kelvini.

### A trecut o milionime de secundă de la începutul începutului.

Universul crescuse de la dimensiunea unei fracțiuni minuscule dintr-un punct cu care se încheie o frază la dimensiunea sistemului nostru solar. Asta înseamnă un diametru de aproape 300 de miliarde de kilometri sau peste 180 de miliarde de mile.

## O rețetă simplă de făcut materie în univers

1. Începi cu quarcuri și leptoni.
2. Pui împreună quarcuri, ca să formezi protoni și neutroni.
3. Combini protoni, neutroni și electroni (adică niște leptoni cu sarcină electrică negativă), ca să-ți construiești primii tăi atomi.
4. Amesteci laolaltă atomii, ca să faci molecule.
5. Acumulezi molecule în diferite forme și combinații, ca să faci planete, petunii și oameni.



Un bilion de kelvini înseamnă mult, mult mai fierbinte decât temperatura de la suprafața Soarelui. Dar, în comparație cu acel prim moment de după Big Bangul inițial, însemna mai recișor. Acest univers călduț nu mai era îndeajuns de fierbinte, nici îndeajuns de aglomerat încât să producă quarcuri, drept care aceste particule și-au înhățat fiecare câte un partener

de dans și au creat particule mai grele. Aceste combinații de quarcuri au avut curând ca rezultat niște forme ale materiei mai familiare nouă, cum ar fi protoni și neutroni.

**De-acum a trecut o secundă de la începutul începutului.**

Universul a crescut până a ajuns la un diametru de câțiva ani-lumină, cam cât distanța de la Soare până la cele mai apropiate stele învecinate. Temperatura a scăzut la un miliard de kelvini. Ceea ce înseamnă în continuare fierbinte cât cuprinde — destul cât să fierbi micuții electroni și opușii lor, pozitronii. Cele două particule diferite iau naștere brusc, ca bulele de aer când fierbe apa, se anihilează reciproc și dispar. Dar ce era valabil pentru alte particule devine valabil și pentru electroni: numai unul dintr-un miliard supraviețuiește.

Restul se distrug reciproc.

Temperatura cosmosului scade sub 100 de milioane de kelvini, dar tot este mai fierbinte decât suprafața Soarelui.

Particulele mai mari încep să se contopească unele cu altele. Ingredientele de bază pentru atomii care alcătuiesc lumea noastră vizibilă de azi — inclusiv stelele și planetele, copacii și clădirile pe care le vezi pe fereastră, ciorapii celui mai bun prieten al tău sau mustața mea — încep în sfârșit să se adune la un loc. Protonii fuzionează cu alți protoni, dar și cu neutroni, formând centrul atomului, care se numește nucleu.

## cele patru forțe fundamentale

Iată care sunt cele patru forțe fundamentale care controlează universul nostru:

1. Gravitația, pe care deja o cunoști.
2. Forța nucleară tare, care ține particulele laolaltă în centrul atomilor.
3. Forța nucleară slabă, care face atomii să se rupă și să elibereze energie. De fapt, nu este chiar atât de slabă. Practic, e mult mai puternică decât gravitația. Dar față de forța nucleară tare, nu e chiar atât de puternică.
4. Forța electromagnetică face electronii încărcați cu sarcină negativă să stea legați în centrul atomilor de protonii încărcați pozitiv. De asemenea, leagă între ei atomii din care sunt făcute moleculele.

Dar hai să nu complicăm lucrurile: gravitația acționează asupra chestiilor mai mari, pe când celelalte trei forțe leagă între ele chestiile mititele.

**Acum au trecut două minute de la începutul începutului.**

În mod normal, electronii care vâjâie încoace și-ncolo prin univers ar trebui să fie atrași spre protoni și nuclee. Electronii au sarcină electrică negativă. Protonii și nucleele au sarcină pozitivă, iar contrariile se atrag. De ce au sarcini pozitive și negative? Și de ce, întrebi tu, contrariile se atrag?

Păi, pur și simplu așa stau lucrurile.

Aș vrea să-ți pot da un răspuns mai bun decât atât, dar universul nu are nicio obligație să aibă noimă pentru noi. Tot ce pot să spun este că studiile desfășurate timp de mulți, mulți ani au venit să confirme ambele idei de mai sus.

Sigur, dată fiind atracția dintre ei, te-ai gândi că protonii și electronii se vor lipi unii de ceilalți. Timp de mii de ani

### Ce este sarcina electrică?

Fiecare dintre ființele umane are variate însușiri sau caracteristici. Poate că suntem persoane amabile, mărinimoase, sau, dimpotrivă, neprietenoase. Aceste însușiri ne ajută să ne definim pe noi înșine. Sarcina sau încărcătura electrică este una dintre proprietățile de bază ale materiei. Unele particule, cum sunt protonii, au sarcină pozitivă. Altele au sarcină negativă. Iar altele, cum sunt neutronii, nu au niciun fel de sarcină electrică. Când două particule au același fel de sarcină electrică, sunt împinse departe una de cealaltă. Dacă au sarcini cu semn opus, cum sunt protonii cu electronii, sunt atrase mai aproape unele de celelalte.

însă, universul a fost prea fierbinte ca să-i lase să se fixeze într-un loc. Electronii au bântuit liberi prin spațiu, trăgându-le câte-o scatoalcă fotonilor și împingându-i încolo și încoace, fiindcă asta le place electronilor liberi să facă.

Chestie care a luat sfârșit când temperatura universului a scăzut sub 3 000 de kelvini (cam jumătate din temperatura de la suprafața Soarelui) și toți electronii liberi s-au combinat cu acei protoni încărcați pozitiv. După ce electronii și protonii s-au unit, toți fotonii puteau să traverseze universul nestingheriți — sub formă de lumină, o lumină pe care savanții pot s-o detecteze și astăzi. Dar vom vorbi mai în amănunt despre asta în Capitolul 3.

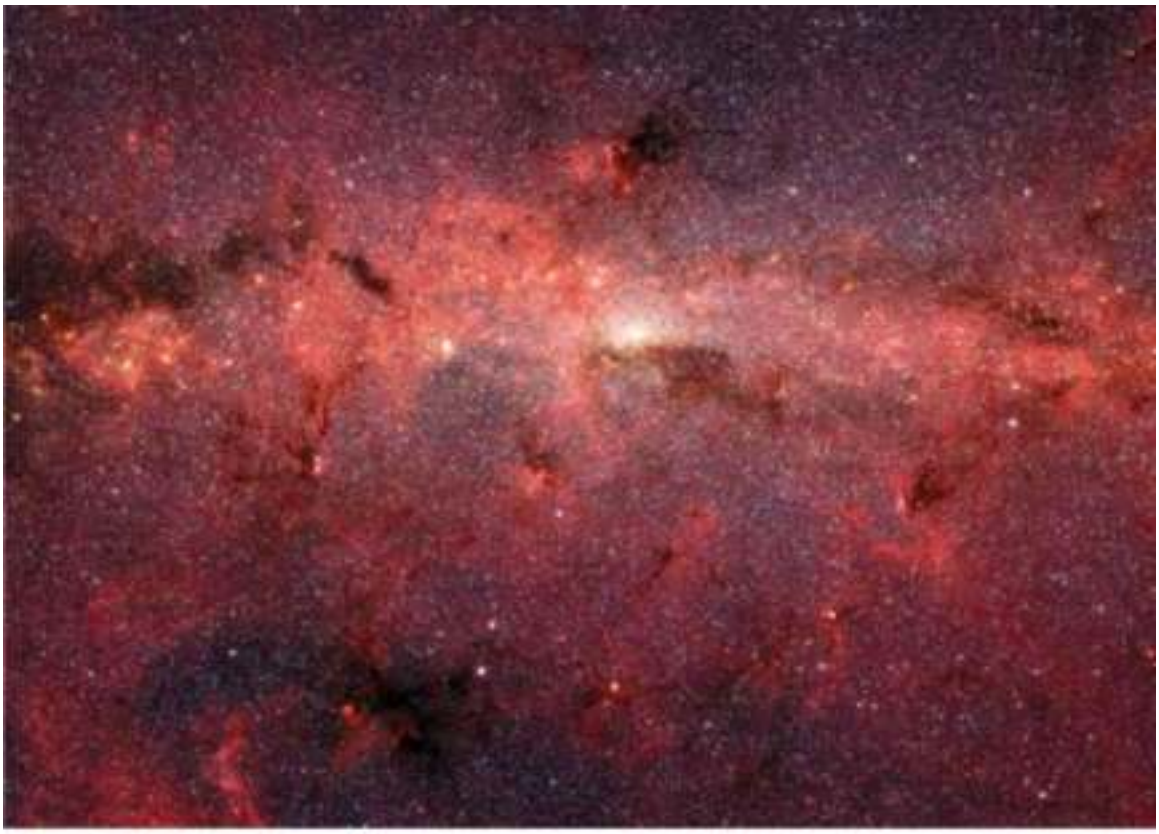
**Au trecut 380 000 de ani de la începutul începutului.**

Universul și-a continuat expansiunea, ca un balon care se umflă la nesfârșit și nu se sparge niciodată. Pe măsură ce creștea, se răcea, iar gravitația a început să-și facă treaba. În primele câteva sute de mii de ani, particulele goneau peste tot, ca niște țânci de grădiniță lăsați liberi pe terenul de joacă. Pe urmă, gravitația a început să tragă de aceste bucăți de materie, adunându-le împreună sub forma metropolelor cosmice numite galaxii.

Au luat astfel naștere aproape o sută de miliarde de galaxii.

Fiecare galaxie conținea sute de miliarde de stele.

Aceste stele au fost ca niște oale de gătit sub presiune, forțând particulele minuscule să se lege unele de altele în elemente din ce în ce mai mari. Stelele cele mai mari adunau



Această imagine luată cu telescopul arată sute de mii de stele, în apropierea centrului galaxiei noastre, Calea Lactee.

în ele atât de multă presiune și căldură, încât au produs elemente chimice grele, cum ar fi fierul.

Elementele chimice din interiorul acelor stele gigantice ar fi complet nefolositoare, dacă ar fi să rămână acolo unde s-au format. Dar stelele acelea erau instabile și au explodat, aruncându-și măruntaiele în toate direcțiile prin galaxie.

După 9 miliarde de ani de la începutul universului, într-o parte de mărime medie a acestuia, într-o galaxie de mărime medie, s-a născut o stea de mărime medie (Soarele).

Cum s-a format? Gravitația a atras încet-încet un nor enorm de gaze, plin cu particule și elemente chimice grele burdușite cu protoni și neutroni adăugați în plus. În timp ce se învârteau pe orbite unul în jurul altuia, gravitația i-a forțat să se apropie din ce în ce mai mult, până când s-au ciocnit și au fuzionat.

## Ce sunt elementele chimice?

Există 118 elemente chimice cunoscute în univers. Fiecare element are în componență numai un singur tip de atomi. Principala diferență dintre elemente este dată de numărul de protoni înghesuiți în miezul nucleului. Hidrogenul, care nu are decât un singur proton, este elementul cel mai des întâlnit din univers. Dacă adaugi un proton la un atom de hidrogen, vei obține un nou element, heliul.

După ce s-a născut Soarele, norul de gaze încă mai avea rămase ingrediente cosmice din belșug. Norul a furnizat destulă materie cât să se facă vreo câteva planete, sute de mii de roci spațiale cunoscute sub denumirea de asteroizi și miliarde de comete. Chiar și după asta, tot au mai rămas resturi, iar aceste gunoaie rătăcitoare s-au izbit de alte obiecte cosmice.

Ciocnirile acestea au fost atât de pline de energie, încât au topit suprafața planetelor alcătuite din roci.

Pe măsură ce cantitatea de chestii care se fâțâiau încolo și-ncoace prin sistemul solar a scăzut, au fost tot mai puține asemenea ciocniri, iar suprafața planetelor a început să se răcească. Planeta pe care o numim Pământ s-a format într-un fel de zonă Goldilocks din jurul Soarelui. Dacă îți amintești din povestea cu același nume, fetiței Goldilocks („Bucle aurii") nu-i plăcea terciul nici prea fierbinte, nici prea rece. Voia să fie exact cum trebuie. Ei, la

fel și Pământul: s-a format exact la distanța potrivită față de Soare. Dacă Pământul ar fi fost mult mai aproape, oceanele s-ar fi evaporat. Dacă Pământul ar fi fost mult mai departe, oceanele ar fi înghețat.

Când ne uităm la Pământ de la o depărtare de 700 de kilometri deasupra lui, ne dăm seama de ce i se spune „planeta albastră".

În oricare dintre aceste două cazuri, viața, așa cum o cunoaștem noi acum, n-ar fi putut să evolueze.

Tu n-ai mai fi aici, citind această carte.

**Universul are acum vârsta de peste 9 miliarde de ani.**

Apa înmagazinată înăuntrul rocilor care alcătuiau tânăra noastră planetă fierbinte a fost eliberată și azvârlită în aer. Pe măsură ce Pământul se răcea, apa a căzut înapoi pe suprafața planetei, sub formă de ploaie, dând treptat naștere oceanelor. Înăuntrul acestor oceane, printr-o metodă pe care n-am reușit încă s-o dibuim, niște molecule simple s-au unit unele cu altele și s-au transformat în viață.

Oamenii sunt ființe aerobe, adică au nevoie de aer bogat în oxigen. Actorii principali din aceste oceane timpurii erau simple bacterii anaerobe — forme de viață microscopice care nu au nevoie de oxigen pentru a supraviețui. Din fericire, acele bacterii anaerobe produceau oxigen, pompându-l în aer, deci umplând atmosfera cu elementul acela de care noi, oamenii, vom avea nevoie până la urmă ca să ne meargă bine. Această nouă atmosferă bogată în oxigen a permis apariția tot mai multor forme de viață din ce în ce mai complexe.

Dar viața e o chestie fragilă. Din când în când, apar comete imense și asteroizi, care se izbesc de planeta noastră și fac niște stricăciuni enorme.

În urmă cu 65 de milioane de ani, un asteroid cu greutatea de 10 bilioane de tone s-a lovit de ceea ce este astăzi peninsula Yucatan din Mexic. Roca spațială a făcut o gaură în

suprafața Pământului cu un diametru de aproximativ 200 de kilometri și adâncă de aproximativ 20 de kilometri. Impactul, împreună cu praful și bucățile de stâncă pe care le-a aruncat în atmosferă, a dus la dispariția aproape tuturor ființelor vii de pe Pământ, inclusiv a faimoșilor dinozauri uriași.

Extincție. Sfârșitul absolut al existenței unei ființe sau forme de viață.

Dar această catastrofă le-a permis să prospere mamiferelor din care ne tragem, în loc să fie mai departe gustări între mesele principale pentru *Tyrannosaurus rex*. Dintre aceste mamifere, cele dotate cu un creier mai mare, pe care le numim primate, au evoluat până ce s-a desprins din ele o specie (*Homo sapiens*) îndeajuns de deșteaptă încât să inventeze metode și instrumente de cunoaștere — și să-și dea seama care a fost originea universului și cum a evoluat el.

Ăștia suntem noi.

Ce s-a întâmplat înainte de începutul începutului?

Astrofizicienii n-au nici cea mai vagă idee. Sau, mai bine zis, răspunsurile noastre cele mai creative la această întrebare nu au deloc sau aproape deloc bază în știința experimentală. Cu alte cuvinte, nu putem aduce dovezi. Ca reacție, unii oameni insistă să spună că trebuie să fi fost *ceva* care a declanșat totul: o forță mai mare decât toate celelalte, o sursă din care izvorăște totul. În mintea acestor oameni, acel ceva este, bineînțeles, Dumnezeu.

Dar dacă universul era dintotdeauna acolo, într-o stare pe care nu am reușit încă s-o identificăm — un univers multiplu, de exemplu, care dă naștere tot timpul unor noi universuri?

Sau dacă universul pur și simplu și-a făcut apariția, poc!, din nimic?

Sau dacă tot ce cunoaștem noi și tot ce iubim n-a fost nimic altceva decât un joc pe calculator, creat de o specie superinteligentă de extratereștri?

Întrebările de acest fel nu reușesc de obicei să mulțumească pe nimeni. Totuși, ele ne aduc aminte că neștiința — faptul de a *nu* ști — este starea de spirit naturală a unui cercetător științific. Celor tineri și isteți nu le place absolut deloc să spună: „Nu știu". Însă oamenii de știință trebuie să admită că, de fapt, nu știu întotdeauna. Oamenii care cred că le știu pe toate nici n-au căutat, nici nu s-au împiedicat vreodată de granița dintre ce este cunoscut și ce este necunoscut în univers.

Acolo este locul unde sper să te duc pe tine în următoarele capitole.

Ceea ce știm cu certitudine este că universul a avut un început.

Știm că universul continuă să se schimbe și să evolueze.

Și știm că originea fiecărui atom din corpul tău poate fi urmărită înapoi în timp, până la marele Big Bang și la furnalele din stelele-gigant care și-au aruncat măruntaiele prin galaxii, în urmă cu peste 5 miliarde de ani.

Suntem praf de stele care a prins viață.

Universul ne-a dat puterea de a-l cunoaște — și abia ce-am început!

# 2.

# Cum comunicăm cu extratereștrii

Imaginează-ți că aterizăm pe altă planetă, unde trăiește o înfloritoare civilizație extraterestră. Extratereștrii s-ar putea să nu arate defel ca noi. S-ar putea să aibă trei picioare. Sau să nu aibă picioare deloc. S-ar putea ca pielea lor să fie gelatinoasă și vineție, iar ei să fie mai urâți decât șobolanii-cărtiță golași. Ori poate vor fi niște dansatori nemaipomeniți. Pur și simplu nu știm. Singurul lucru pe care-l știm cu siguranță este că lumea lor se va supune aceloraşi legi ale fizicii ca a noastră.

În știință, noi numim acest concept universalitatea legilor fizicii.

Dacă ai vrea să vorbești cu extratereștrii, poți pune pariu că nu vor vorbi nici engleză, nici franceză și nici măcar chineză mandarină. Așa cum nu vei ști nici dacă, atunci când dai

mâna cu ei, gestul tău va fi considerat un salut prietenesc sau o insultă de neiertat. Dar dacă extratereștrii sunt o civilizație avansată, vor înțelege legile fizicii, pe care și ei, și noi le avem în comun. Înalți sau scunzi, gelatinoși sau nu, vor ști cum stă treaba cu gravitația. Deci cea mai bună șansă a ta este să găsești un mod de a comunica folosind limbajul științei.

Regulile științifice care definesc și dau formă lumii noastre sunt aceleași peste tot în univers, începând din curtea casei tale, continuând cu suprafața planetei Marte și mergând dincolo de ea. Până și filmele din seria *Războiul stelelor*, a căror acțiune se petrece într-o galaxie foarte, foarte îndepărtată, trebuie să se supună acestor legi, dat fiind că galaxiile cele mai îndepărtate rămân parte din cosmosul nostru.

Oamenii de știință nu au știut dintotdeauna că legile fizicii sunt universale. Până în anul 1666, când un domn pe nume Isaac Newton a scris pe hârtie legea gravitației — un fel de rețetă pentru modul cum funcționează gravitația —, nimeni nu avea vreun motiv să creadă că regulile științifice de aici, de la noi de acasă, ar trebui să fie aceleași peste tot în univers. Pe Pământ se petreceau chestii pământești, iar în ceruri — adică acolo unde erau stelele și planetele — aveau loc chestii cerești.

În viețile noastre obișnuite, de zi cu zi, regulile pot să schimbe în funcție de locul unde ne aflăm. La tine acasă, de exemplu, poate că ai voie să tropăi prin toate camerele încălțat în adidașii cu care ai venit de afară. Dar, dacă te duci acasă la cel mai bun prieten al tău, regulile de acolo s-ar putea să-ți ceară să te descalți în holul de la intrare, ca să nu

împrăștii noroi prin toată casa. Oamenii de știință credeau înainte că și în cosmos lucrurile se petrec la fel. Newton a descoperit că universul funcționează altfel.

Aceleași legi se aplică peste tot.

În 1665, oamenii fugeau cât îi țineau picioarele din Londra, de frica unei boli contagioase numite ciumă. Sir Isaac Newton li s-a alăturat și el, retrăgându-se pe moșia lui de la țară, aflată în comitatul Lincolnshire. Departe de oraș, Newton s-a trezit că are o grămadă de timp liber, așa că s-a apucat să cugete. Uitându-se la pomii din livadă, el a început să se întrebe ce fel de forță trăgea în jos merele care se copseseră pe crengi. De ce cădeau drept pe pământ? În 1666, această întrebare l-a ajutat să descopere legile gravitației.

Geniul lui Newton a constat în faptul că și-a dat seama că gravitația făcea mai mult decât să tragă merele coapte în jos spre iarbă. El a înțeles că tot gravitația este cea care menține Luna pe orbită în jurul Pământului.

Legea gravitației descoperită de Newton dirijează planetele, asteroizii și cometele în jurul Soarelui.

Tot ea împiedică sute de miliarde de stele din galaxia noastră, Calea Lactee, să se ducă învârtindu-se ca niște titirezi până departe în cosmos.

Sir Isaac Newton și-a dat seama că gravitația face mai mult decât să tragă în jos merele din pomi. Tot ea este cea care ține Luna pe orbită în jurul Pământului.

Gravitația nu este singura lege care are o asemenea arie de cuprindere universală.

Din vremea lui Newton și până azi, savanții au descoperit multe alte legi ale fizicii care acționează exact la fel peste tot. Acest caracter universal al legilor fizicii îi ajută pe oamenii de știință să facă descoperiri fantastice. Putem să studiem stele și planete aflate la foarte mare depărtare și să pornim de la ipoteza că și ele se supun aceloraşi legi.

După Newton, astronomii din secolul al XIX-lea au folosit această idee ca să stabilească faptul că Soarele este alcătuit din aceleași elemente chimice ca acelea studiate pe Pământ, printre care hidrogen, carbon, oxigen, azot, calciu și fier. Ba au găsit și urme ale unui nou element chimic în lumina solară. Fiind provenită din Soare, noii substanțe i s-a dat un nume derivat din cuvântul elin *helios* („Soarele"). Heliul a devenit primul și singurul membru al grandioasei mulțimi de elemente chimice cunoscute drept tabel periodic al elementelor care să fi fost descoperit și în altă parte decât pe Pământ. Mulți ani mai târziu, petrecerile de ziua de naștere s-au schimbat o dată pentru totdeauna când copiii au descoperit că, dacă trag o gură din gazul cu care sunt umflate baloanele, vocile lor se transformă complet, devenind la fel de pițigăiate ca într-un film de desene animate.

OK, aceste legi acționează în sistemul solar, dar acționează oare la fel în toată galaxia?

Și în tot universul?

Și existau ele oare și acum un milion sau chiar câteva miliarde de ani?

Pas cu pas, legile au fost testate.

Astronomii au descoperit că stelele din vecinătate sunt și ele alcătuite din aceleași elemente familiare nouă, cum ar fi hidrogenul și carbonul. Mai târziu, în timp ce studiau stelele binare, adică perechile de stele care se învârt una în jurul celeilalte ca niște boxeri șovăielnici care își dau târcoale în ring, astronomii au descoperit încă o dată influența gravitației. Aceeași lege universală care trăgea în jos mărul lui Newton din pom și care nu-i lasă pe puștii de clasa a

Când gravitația atrage una către cealaltă două stele mari și grele, rezultatele pot fi explozive, după cum se poate vedea din ilustrația acestui grafician.

cincea să dea coș de sus leagă laolaltă aceste perechi de stele și le permite savanților să le prezică mișcările.

Deci legile funcționează la fel și aici, și foarte departe de aici. Dar de unde știm că întotdeauna a fost așa? Aceste legi universale existau și își produceau efectele și acum un milion de ani?

Da. Știm acest lucru, pentru că astrofizicienii pot să vadă în trecut.

Când te uiți la planeta Marte printr-un telescop, nu vezi Planeta Roșie așa cum este ea în acest moment. Distanța dintre Pământ și Marte se schimbă, dar hai să zicem că este

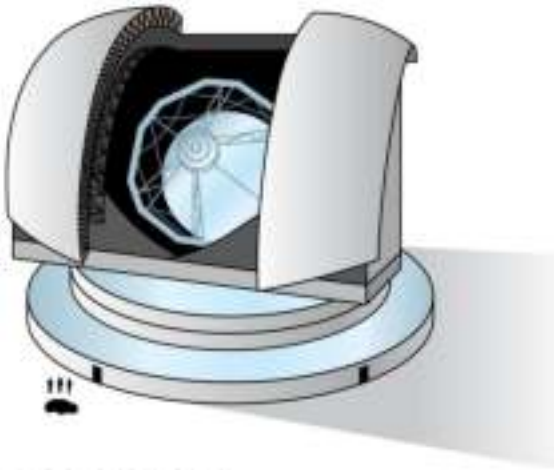
Lumina de pe Marte călătorește prin spațiu ca să ajungă la telescopul nostru, deci noi vedem de fapt planeta așa cum era în urmă cu câteva minute.

de 225 de milioane de kilometri. Asta înseamnă că lumina trebuie să parcurgă 225 de milioane de kilometri ca să ajungă la noi — o călătorie pentru care raza de lumină are nevoie de vreo 12 minute. Dat fiind că luminii i-a luat 12 minute să ajungă la telescopul tău, practic tu vezi planeta Marte așa cum era în urmă cu 12 minute.

Astrofizicienii au telescoape mult mai mari, deci putem să studiem obiecte aflate mult mai departe și, cu cât privim mai departe în spațiu, cu atât vedem mai departe în trecut.

Știu ce gândești tu acum: *Uau, ce tare!*

Da, exact ăsta e răspunsul potrivit.



Vorbim despre distanța până la stele și galaxii îndepărtate în termeni de ani-lumină, adică timpul de care are nevoie o rază de lumină ca să călătorească de la acel obiect până la telescopul nostru. Deci când studiem o galaxie aflată la 5 miliarde de ani-lumină depărtare, asta înseamnă că luminii i-au trebuit 5 miliarde de ani ca să ajungă până la noi.

Cu alte cuvinte, vedem galaxia aceea așa cum era în urmă cu 5 miliarde de ani.

Ne uităm înapoi în timp, la propriu, și constatăm că obiectele cele mai îndepărtate din univers, care sunt vechi de miliarde de ani, se supun aceloraşi reguli pe care le observăm și astăzi. De-a lungul și de-a latul cosmosului, legile universale s-au ținut permanent de treabă, în același fel, de la începutul începutului.

Bineînțeles, faptul că legile fizicii au un caracter universal nu înseamnă că toate lucrurile care se întâmplă în cosmos au loc și pe Pământ. Doar pentru că legile sunt aceleaşi peste tot nu înseamnă că totul este posibil oriunde. De pildă, pun pariu că nu te-ai întâlnit niciodată pe stradă cu o gaură neagră cosmică.

Monștrii aceștia cosmici se formează când gravitația determină implozia unor stele incredibil de dense. Gravitația aspiră toată materia din stea înspre centrul acesteia, lăsând

un loc gol, o gaură, acolo unde strălucea steaua înainte. Forța gravitațională din jurul acestor găuri negre este atât de puternică, încât nici măcar lumina nu poate să scape din ele. Dacă o asemenea groapă cosmică ar apărea realmente în asfaltul de pe stradă, tu n-ai fi singura ei victimă. Întreaga planetă ar putea fi atrasă în vârtejul gravitațional, dispărând cu totul.

Dar, așa puternice cum sunt, găurile negre cosmice se supun totuși legilor naturii.

Legile fizicii nu sunt singurele care se aplică peste tot în univers. Ele se bazează pe niște numere denumite constante, care îi ajută pe oamenii de știință să prezică efectul pe care îl va avea o lege dată. Constanta atracției gravitaționale, notată „k" sau „G", îi ajută pe oamenii de știință să-și dea seama cât de puternică va fi gravitația într-o situație dată. Spre exemplu, putem folosi constanta atracției gravitaționale ca să estimăm gravitația de la suprafața planetei Marte.

Dintre toate constantele, totuși viteza luminii este cea mai faimoasă. În timpul misiunilor spațiale Apollo, astronauții au avut nevoie de vreo trei zile ca să zboare până pe Lună. Dacă s-ar fi deplasat cu viteza luminii, călătoria de aproape 386 000 de kilometri ar fi durat un pic mai mult de o secundă. Și-atunci de ce n-au făcut așa? Pentru că este imposibil.

Niciun experiment n-a reușit să descopere vreun obiect, de orice fel sau formă, care să ajungă la viteza luminii.

Oricât de repede ne-am deplasa, nu vom putea niciodată să depășim o rază de lumină.

Oamenii realizează tot timpul câte ceva aparent imposibil. De asemenea, îi subestimăm mereu pe inginerii

și inventatorii noștri. Oamenii spuneau odinioară că nu vom putea zbura niciodată. Au insistat să spună și că nu vom ajunge niciodată pe Lună și că nu vom putea scinda atomul. Între timp, le-am făcut pe toate trei. În fiecare caz însă, nu ne-a stat în cale și nu ne-a pus piedică nicio lege a fizicii deja stabilită.

A fost greu să mergem pe Lună, dar nu imposibil.

Afirmația „Nu vom putea niciodată să depășim viteza unei raze de lumină" este o predicție complet diferită. Ea decurge din niște principii elementare ale fizicii, verificate de-a lungul timpului. Universul ar putea foarte bine să fie înțesat cu indicatoare rutiere de limitare a vitezei, pe care să scrie așa:

**Viteza luminii:**
**NU e doar o idee bună – asta-i legea.**

Extratereștrii, oricât de avansați sau de inteligenți ar fi, nu vor putea să depășească nici ei viteza unei raze de lumină. Dar probabil că vor fi familiarizați cu toate aceste constante. Toate studiile noastre științifice, toate măsurătorile și observațiile asupra cosmosului sugerează că marile constante, începând cu cea gravitațională și până la viteza luminii și toate legile fizicii care folosesc aceste constante nu se schimbă niciodată în funcție de timp sau de loc.

Probabil ți se pare că sunt un pic prea sigur pe mine. Savanții nu le știu pe toate. Nici pe departe! Și nici nu suntem toți de acord asupra tuturor lucrurilor. Ne certăm întruna, ca frații și surorile între ei. Dar când o facem, argumentele

noastre se concentrează pe concepte și pe evenimente cosmice pe care abia dacă le înțelegem.

Când intră în discuție și o lege universală a fizicii, controversa va fi garantat una de scurtă durată.

Dar uite că nu toată lumea pricepe chestia asta.

În urmă cu câțiva ani eram la o cofetărie din Pasadena, statul California, și voiam să beau o cană cu cacao caldă. Firește, comandasem și cu frișcă deasupra! Când mi-a sosit la masă cana cu cacao, am văzut că nu avea nici urmă de frișcă pe ea. După ce i-am spus chelnerului că nu mi-a pus frișca peste cacao, deși așa cerusem, el a insistat să mă convingă că nu o văd din cauză că s-a dus la fund.

Dar frișca bătută are o densitate scăzută. Plutește pe toate chestiile lichide pe care noi, oamenii, le bem, inclusiv cacao fierbinte. Oriunde te-ai afla în univers, substanțele cu densitate mai mică vor pluti în lichidul cu densitate mai mare. Aceasta este o lege universală.

Prin urmare, i-am oferit chelnerului meu două posibile explicații: fie cineva uitase să adauge frișca bătută în cana mea cu cacao, fie legile universale ale fizicii nu se aplicau în localul unde servea el. Deloc convins, el a adus la masă o porție de frișcă bătută, ca să-mi demonstreze că avea dreptate. După ce a fost cufundată o dată sau de două ori în lichidul fierbinte, frișca s-a ridicat frumos la suprafață, unde a și rămas, plutind liniștit.

Ce dovadă mai bună vrei pentru universalitatea legilor fizicii?

# 3.

# Să fie lumină!

L-am întâlnit pe Superman odată. Asta s-a întâmplat în paginile unei cărți de benzi desenate, dar mie mi s-a părut totul foarte real. În cărticica aceea, intitulată „Lumină stelară, stea strălucitoare" („Star Light, Star Bright"), Omul de Oțel era foarte ocupat să se lupte cu o hoardă de extratereștri care invadaseră planeta Marte, când, deodată, trebuie să ia o pauză. El părăsește bătălia, lăsând-o pe seama amicilor lui din Liga Dreptății, și zboară înapoi pe Pământ, pentru că vrea să vadă o stea.

Fix genul meu de supererou!

Dacă nu știi cine este Superman, află că pielea lui nu lasă să treacă gloanțele, ochii pot trage cu laser, poate să zboare și mai are și alte câteva puteri remarcabile. Totuși, mai important decât orice, el este extraterestru. S-a născut pe o planetă numită Krypton și a venit pe Pământ când era încă nou-născut, într-o mică navă spațială. După călătoria prin spațiu, a aterizat pe un câmp din Kansas, i-a cunoscut pe noii lui părinți, Jonathan și Martha Kent, după care și-a văzut de viața lui.

Numai că, în timp ce călătorea spre Pământ, planeta Krypton a fost distrusă. Banda desenată și filmul vin cu versiuni diferite în privința celor întâmplate, dar în cărticica pe care am citit-o eu, „Lumină stelară, stea strălucitoare", soarele planetei Krypton devine supernovă, adică explodează, ocazie cu care prăjește de tot planeta natală a lui Superman.

Contribuția mea la acea bandă desenată, pe lângă că am fost personaj în poveste, cu tot cu mustața din dotare și vesta mea preferată cu imprimeu astronomic, a fost să găsesc un loc unde s-ar putea afla planeta natală a lui Superman în galaxia noastră adevărată. Autorii benzii desenate mi-au cerut ajutorul și, după un pic de cercetare, am ales o zonă drăguță din constelația Corvus, cam la vreo 27 de ani-lumină de Pământ. Repet, aceasta este distanța pe care ar trebui s-o parcurgă o rază de lumină în timp ce gonește în univers, timp de 27 de ani.

Deci, într-un cuvânt, departe.

În timpul primei călătorii a lui Superman spre Pământ, nava lui spațială depășește viteza luminii. Da, e imposibil, așa cum am văzut în ultimul capitol. Dar, dat fiind că vorbim despre niște extratereștri foarte inteligenți, poate că ei au descoperit cum să creeze găuri de vierme și să călătorească prin ele. Gaura de vierme te duce unde vrei tu în univers, fiindcă o iei pe scurtătură.

Superman ajunge pe Pământ, dar, când soarele lui explodează, lumina degajată din acel eveniment trebuie să călătorească prin spațiu la viteza ei obișnuită. În timp ce Superman crește pe Pământ, învățând cum să muncească la fermă, memorând capitalele statelor americane și descoperindu-și puterile, razele de lumină emise de steaua care a explodat încă mai călătoresc prin cosmos.

Odată devenit adult, Superman se mută la Metropolis, care e practic doar o versiune a orașului meu natal, New York City, și se transformă în faimosul Om de Oțel — iar în tot acest timp razele de lumină continuă să călătorească.

## Găurile de vierme

Una dintre ideile strălucite ale lui Albert Einstein a fost aceea că gravitația ar putea, de fapt, să schimbe forma spațiului, transformând liniile drepte în linii curbe. Dar, dacă tragi de ideea asta până la extrem, atunci devine posibil să curbezi porțiuni întregi din univers și să aduci mai aproape unele de altele niște puncte foarte îndepărtate. Să zicem că universul nostru e ca o foaie simplă de hârtie. Dacă ar fi să desenezi Pământul într-un colț, apoi să adaugi în colțul opus pe diagonală un cerc care să reprezinte planeta Krypton, cel mai scurt drum între cele două ar fi o linie dreaptă, nu? În mod normal, da. Dar dacă gravitația ar curba acest univers aplatizat, iar tu ai împături foaia de hârtie astfel încât cele două planete ar fi aproape să se atingă, atunci distanța cea mai scurtă se schimbă. O gaură de vierme — Einstein a numit-o „punte" — este un fel de tunel prin spațiu care conectează aceste două puncte îndepărtate. Nu știm dacă ele există în realitate sau dacă ai putea călători în siguranță printr-o gaură de vierme, într-o navă spațială, fără să-ți fie smuls fiecare atom din corp, dar neîndoios că autorilor de SF le plac la nebunie.

Când Superman se îndrăgostește de Lois Lane, razele acelea de lumină încă n-au ajuns pe Pământ.

Când Superman o ia spre Marte ca să-i alunge de acolo pe invadatorii extratereștri, fotonii au început în sfârșit să se apropie. Dat fiind că steaua lui Superman se află la 27 de ani-lumină de Pământ și că soarele ei a explodat imediat după nașterea lui, înseamnă că Superman are 27 de ani când lumina provenită din acea supernovă ajunge în sfârșit în telescoapele noastre.

În acel moment, Omul de Oțel dă fuga la Planetariul Hayden, ca să-l viziteze pe subsemnatul. În povestea din cărticică, versiunea mea de bandă desenată a aranjat lucrurile în așa fel încât toate telescoapele de maximă putere de pe Pământ să fie îndreptate spre Corvus, ca să capteze cât mai multă lumină cu putință — vizibilă și invizibilă.

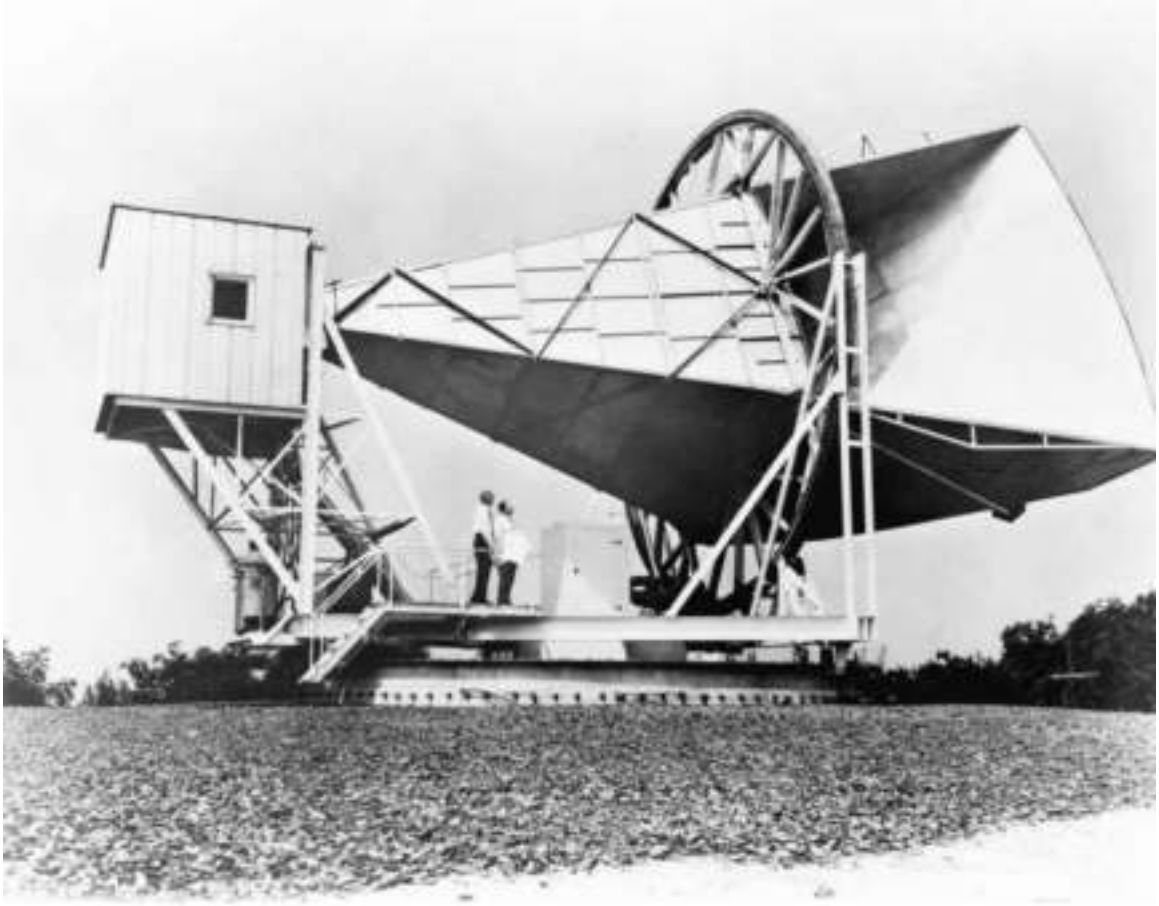
Momentul acesta este îngrozitor de trist pentru bietul Superman. În sfârșit, vede și el fără nicio îndoială că planeta lui natală a fost prăjită de o supernovă. Dar este ilustrarea perfectă a unuia dintre cele mai stranii lucruri din astrofizică — sau chiar din natură. Am parcurs deja această idee, dar merită s-o reluăm. Lumina are nevoie de timp ca să călătorească de la sursa emitentă la telescoapele noastre. Așadar, ori de câte ori ne uităm la ceva, ori de câte ori lumina dinspre un obiect se lovește de privirea noastră, noi de fapt vedem acel lucru așa cum era în trecut, atunci când fotonii și-au început călătoria spre ochii noștri. Cu cât ne uităm mai departe în spațiu, cu atât lumina are de parcurs o distanță mai lungă și cu atât vedem mai departe în timp.

Pentru astrofizicieni este normal să se uite înapoi în timp cu 27 de ani, așa cum facem Superman și cu mine în

cartea de benzi de desenate. În ziua de azi, telescoapele și detectoarele pe care le avem ne permit să aruncăm o privire peste miliarde de ani în trecut. Aproape că putem vedea până la începutul începuturilor universului. Pentru asta trebuie să le mulțumim lui Arno Penzias și Robert Wilson, doi oameni de știință care au făcut accidental una dintre cele mai mari descoperiri astrofizice ale secolului XX.

În 1964, Penzias și Wilson lucrau la Bell Telephone Laboratories, unitatea de cercetare de la AT&T (American Telephone and Telegraph), aceeași companie care oferă astăzi servicii de telefonie mobilă și conectare la internet. Vom vorbi mai în detaliu despre acest lucru în Capitolul 9, dar cerul e plin cu tipuri diferite de energie luminoasă. Unele, cum ar fi familiarele culori ale curcubeului, sunt vizibile. Altele sunt invizibile. Dar toate sunt unde de energie, iar una dintre principalele deosebiri dintre aceste forme de lumină constă în lungimea de undă, adică distanța de la un maxim al undei la următorul. Compania AT&T construise o antenă-gigant, în formă de cornet, cu care să emită și să recepționeze unde radio.

Penzias și Wilson și-au îndreptat antena-gigant spre cer, dar oriîncotro ar fi întors-o, aceasta recepta o altă formă de lumină: microunde. În ziua de azi, majoritatea bucătăriilor americane au în componență cuptoare cu microunde, care gătesc sau încălzesc mâncarea potopind-o cu o sumedenie de asemenea unde lungi, invizibile și cu energie scăzută. Dar de ce oamenii de știință dădeau peste toate aceste microunde?

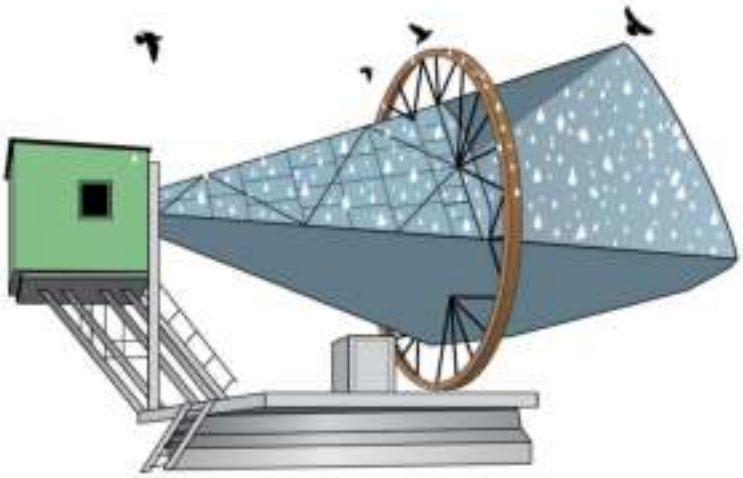


Oamenii de știință de la Bell Telephone Laboratories foloseau această antenă ca să afle informații despre nașterea universului.

Penzias și Wilson se tot scărpinau în cap și nu înțelegeau.

Au căutat posibile surse și pe Pământ, și în spațiu. În aproape fiecare caz, cei doi savanți puteau să explice de unde venea lumina, dar un anumit semnal microondulatoriu rămânea un adevărat mister. Indiferent în ce direcție ar fi îndreptat antena, Penzias și Wilson dădeau peste acest semnal. Firește, s-au întrebat dacă nu cumva detectorul lor are vreo defecțiune, așa că s-au uitat înăuntrul cornetului antenei și au dat peste niște porumbei care-și făcuseră cuib acolo. De asemenea, antena era acoperită cu o substanță albă.

Găinaț de porumbel.



Excrementele de porumbel acopereau aproape toată suprafața antenei. Aha, deci misterioasele microunde s-ar putea să fi fost doar efectul unei antene murdare. Penzias și Wilson au pus să fie curățată toată acea substanță, le-au dat ghes porumbeilor să-și găsească alt loc de cuibărit și au testat din nou instrumentul.

Semnalul a scăzut puțin în intensitate, dar nu a dispărut. Deci nu era doar din vina porumbeilor. Dar savanții tot nu aveau o explicație pentru lumina misterioasă.

Între timp, fizicienii unei echipe de la Universitatea Princeton, sub conducerea lui Robert Dicke, au auzit de pățania lui Penzias și Wilson. Dar, spre deosebire de cei doi, ei știau exact de unde venea acea lumină stranie.

Penzias și Wilson nu aveau o problemă cu găinațul de porumbel.

Ei descoperiseră lumină venită din copilăria universului.

După marele Big Bang, universul a intrat într-o expansiune rapidă.

Cosmosul are multe reguli misterioase, așa cum am arătat deja, iar una dintre ele spune că energia nu poate fi creată sau distrusă. Se mai numește și legea conservării energiei, pe care nu poți s-o încalci. Zău. Foarte serios vorbesc. Toată energia din universul nostru de astăzi exista și când a avut loc Big Bangul. Pe măsură ce cosmosul se extindea, toată acea energie s-a întins pe un spațiu din ce în ce mai mare. Cu fiecare moment care trecea, universul devenea un pic mai mare, un pic mai rece și un pic mai întunecos.

Timp de 380 000 de ani, așa au mers lucrurile.

În această perioadă timpurie, dacă misiunea ta ar fi fost să te uiți spre celălalt capăt al universului, n-ai fi putut să vezi nimic. Ar trebui să fi putut vedea fotoni care făcuseră această călătorie cosmică, dar în perioada aceea fotonii nu puteau să călătorească prea departe. Ai încercat vreodată să ieși din casă, dar în ultimul moment să te oprească mama sau tata și să-ți aducă aminte despre nu știu ce treabă pe care o aveai de făcut și n-ai terminat-o sau vreo temă pentru școală pe care n-ai făcut-o? Așa arăta viața unui foton de atunci. Electronii îi opreau tot timpul, înainte să fi apucat măcar să-și înceapă călătoria. Dat fiind că fotonii nu puteau să ajungă nicăieri, nu era nimic de văzut. Universul era o ceață sclipitoare care se întindea în toate direcțiile.

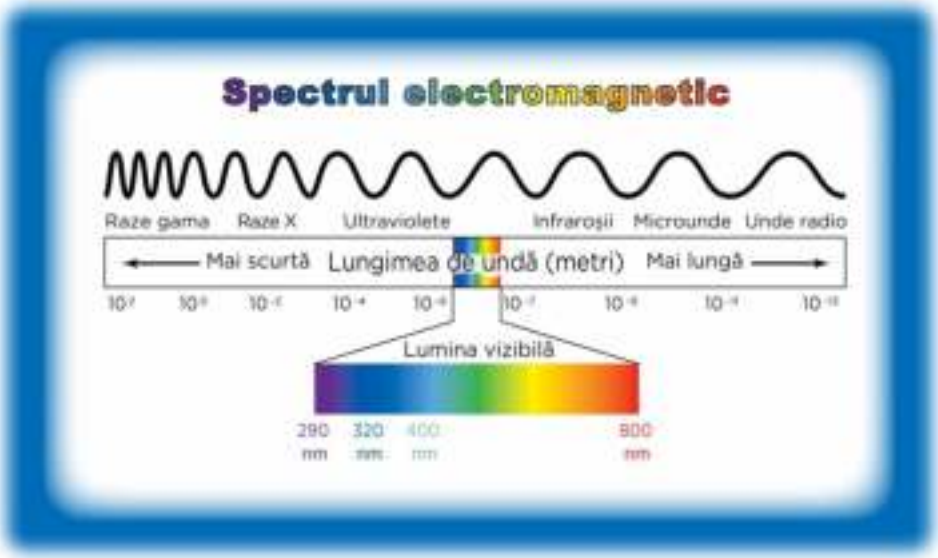
Dar pe măsură ce temperatura a scăzut, particulele s-au mișcat din ce în ce mai lent. În cele din urmă, electronii și-au încetinit mișcările suficient de mult pentru a putea fi captați

de protoni aflați în trecere. După ce protonii s-au unit cu electronii, am avut primii atomi.

Bun, și ce legătură are chestia asta cu găinațul de porumbel?

Păi, din clipa în care protonii au început să înhațe din mers electronii, fotonilor nu le mai stătea nimic în cale. Au devenit liberi să călătorească fără să-i oprească nimic pe parcurs în tot universul.

În timp ce fotonii goneau nebunește prin cosmos, universul continua să se extindă și să se răcească. Fotonii au început să devină tot mai slabi și mai slabi. La început, aveau suficientă energie ca să fie vizibili — genul de fotoni pe care îi captează ochii noștri când ne uităm la pagina tipărită sau electronică a unei cărți. Dar, tot călătorind milioane și apoi miliarde de ani, acești fotoni s-au răcit. Au fost întinși ca un elastic, transformându-se în microunde lungi și cu



sarcină energetică scăzută. Luați împreună, acești fotoni de multă vreme călători alcătuiesc ceea ce noi numim „radiația cosmică (cu microunde) de fond".

Nu te lăsa intimidat de această denumire științifică aparent complicată. Și, te rog eu frumos, nu ceda tentației de a-ți imagina un cuptor gigantic cu microunde care plutește de nebun undeva prin spațiu. Radiația cosmică de fond nu este altceva decât o rămășiță de lumină dintr-un univers timpuriu orbitor de luminos și teribil de fierbinte.

Și e fix aceeași lumină pe care au captat-o Penzias și Wilson cu antena lor.

## George Gamow

Pe lângă faptul că a avut o enormă influență ca specialist în cosmologie, George Gamow a fost și un profesor foarte bun. Una dintre studentele lui, Vera Rubin, avea să facă descoperiri importante despre materia întunecată, acea substanță misterioasă care ține laolaltă galaxiile îndepărtate. Gamow chiar a scris cărți pentru copii. Una dintre seriile de cărți scrise de el îl are ca personaj principal pe domnul Tompkins, care pornește în tot felul de aventuri științifice ciudate. La un moment dat, domnul Tompkins se transformă într-un electron, care, la fel ca particulele din universul nostru timpuriu, este anihilat în clipa când se întâlnește cu geamănul său din antimaterie, pozitronul. Cam neplăcut final.

Savanții vedeau universul așa cum era în urmă cu aproape 14 miliarde de ani.

Existența radiației cosmice de fond fusese prezisă cu zeci de ani înainte, de către un fizician american născut în Rusia, pe nume George Gamow. Când Dicke și colegii lui de la Princeton au aflat despre straniul semnal descoperit de Penzias și Wilson, și-au dat seama ce înseamnă el de fapt. Ei înșiși căutaseră dovezi de existență a radiației cosmice de fond. Și totul se potrivea, inclusiv faptul că semnalul venea din toate direcțiile.

Peste mai mult de un deceniu, în 1978, descoperirea radiației cosmice cu microunde de fond le-a adus lui Penzias și Wilson cea mai mare distincție din știință, premiul Nobel.

De unde știm că avem dreptate în privința radiației cosmice de fond?

Gândește-te puțin din punctul de vedere al unui extraterestru. Amintește-ți că lumina are nevoie de timp ca să ajungă la noi din locuri îndepărtate ale universului. Dacă privim foarte departe în spațiul cosmic, practic putem vedea foarte departe în timp. Deci, dacă locuitorii inteligenți ai unei galaxii aflate foarte, foarte departe de noi ar măsura temperatura microundelor cosmice de fond chiar înainte ca acei fotoni să-și înceapă călătoria spre telescoapele noastre, rezultatul obținut de ei ar trebui să fie nițel mai mare decât temperatura măsurată de noi, fiindcă ei ar trăi într-un univers mai tânăr, mai mic și mai fierbinte.

Poți să testezi și practic această idee.

Molecula de cianogen devine excitată când este expusă la microunde. Când zic „excitată", mă refer la faptul că electronii moleculei sar la alt nivel, în timp ce orbitează în jurul nucleului, dar, dacă ții neapărat să ți-i închipui țopăind în pași de dans, n-am nimic împotrivă. Microundele mai calde excită un pic mai mult cianogenul decât microundele mai reci. Astrofizicienii au comparat cianogenul pe care îl vedem în propria noastră galaxie, Calea Lactee, cu cianogenul din galaxii mai îndepărtate și mai tinere. Dat fiind că acele galaxii sunt mai tinere, cianogenul este scăldat în microunde mai calde, deci ar trebui să fie mai excitat. Și exact asta se și observă când ne uităm la el.

Așa ceva n-ai cum să inventezi.

## A fost corect așa?

Robert Dicke, savantul care i-a ajutat pe Penzias și Wilson să înțeleagă ce anume vedeau cu telescopul lor, nu a câștigat Nobelul. Poate că nu pare corect așa, dar premiul Nobel se acordă în mod normal pentru o descoperire. Dacă teoreticianul, adică persoana care explică ce anume se observă în cadrul descoperirii, participă la descoperire sau le spune altora ce să caute, e posibil uneori să fie premiat împreună cu ceilalți. Dar în acest caz Penzias și Wilson au descoperit primii radiația cosmică de fond, deci lor li s-a decernat premiul.

De ce ar trebui să ni se pară interesantă chestia asta? Pentru că ne ajută să ne formăm o imagine detaliată a modului cum a luat naștere universul. De la Penzias și Wilson încoace, astrofizicienii au folosit instrumente tot mai sensibile, ca să creeze o hartă amănunțită a radiației cosmice cu microunde de fond. Nu e o hartă uniformă. Are mici porțiuni care sunt ușor mai fierbinți sau ușor mai reci decât media. Studiind diferențele de temperatură, aceste denivelări ale hărții, ne putem da seama cum arăta universul timpuriu și unde a început materia să se adune la un loc.

Putem vedea unde și când au început să se formeze primele galaxii.

Radiația cosmică cu microunde de fond ne spune că am înțeles cum s-a comportat universul și cum a intrat în expansiune. Pe de altă parte, această radiație arată și că universul este alcătuit, în cea mai mare parte, din chestii despre care nu avem nici cea mai vagă idee. Aceste două mistere fac obiectul capitolelor 5 și 6.

Ai mare grijă, cititorule! Povestea noastră va începe curând să se întunece!

# 4.

# Între galaxii

În vara de după terminarea clasei a noua, am urcat într-un microbuz alături de alţi câţiva puşti ca mine şi am mers întruna 53 de ore, de la New York până în deşertul Mojave din sudul Californiei. Destinaţia noastră era Camp Uraniborg, o tabără cu durata de o lună pentru copii şi adolescenţi pasionaţi de ştiinţă, botezată astfel după denumirea observatorului lui Tycho Brahe (care se pronunţă „Tiuho Brah"), un strălucit astronom danez cu o proteză metalică în loc de nas. Vom face cunoştinţă cu el ceva mai târziu.

Mai observasem cerul şi înainte. Cum spuneam, în nopţile cu cer senin obişnuiam să urc pe acoperişul blocului din Bronx unde stăteam pe atunci, ca să cercetez stelele şi planetele. Ceea ce nu era treabă uşoară. Deseori eram nevoit s-o recrutez pe surioara mea mai mică să mă ajute să car până sus componentele telescopului. În mai multe rânduri, vecinii au chemat poliţia, crezând că e vreun hoţ care se furişează la noi pe acoperiş.

## Saturn îmi sare în ajutor

Străduindu-mă să-i conving pe polițiștii chemați de vecini că eu sunt doar un tânăr astronom, și nicidecum un infractor, obișnuiam să-i poftesc să se uite prin telescopul meu, oferindu-le o panoramă a cerului nopții. Saturn s-a bucurat întotdeauna de multă popularitate. Este o planetă negrăit de frumoasă, iar în situațiile despre care am pomenit m-a ajutat să nu fiu arestat pe nedrept.

Acum pe bune, cum ai putea să nu te îndrăgostești de Saturn? Uite ce inele frumoase are! Este o minune fără seamăn a sistemului solar.

Putem vedea stele pe cerul orașului. Câteva zeci, în medie. Poate o sută.

Deșertul Mojave a dat la iveală un univers mult, mult mai aglomerat. Cerul întreg era plin de stele. Semăna cu primul spectacol stelar văzut de mine la planetariu, doar că acum era de-adevăratelea. Pe parcursul lunii următoare am înregistrat imagini cu luni, planete, sisteme solare, galaxii și multe altele. Dar nici așa nu le-am văzut pe toate. Universul observabil,

adică părțile din cosmos pe care le putem vedea, conține probabil vreo sută de miliarde de galaxii. Strălucitoare, splendide și pline cu stele, galaxiile împodobesc cerul nopții. Pentru că ți se arată drept în față, ar fi ușor să crezi că nu mai e nimic important în afară de ele. Dar universul conține lucruri greu de detectat printre galaxii. Aceste lucruri s-ar putea să fie mai interesante decât galaxiile însele.

Acele porțiuni întunecate dintre galaxii alcătuiesc ceea ce noi numim spațiul intergalactic („inter" înseamnă „între"). Hai să zicem, pentru moment, că ai putea să te duci acolo cât ai clipi din ochi. Hai să nu ținem seama de faptul că organismul tău ar îngheța încet-încet, până ai muri de frig, sau că toate celulele din sângele tău ar pocni ca niște baloane sparte, în timp ce tu te sufoci. Trecem peste faptul că ți-ai pierde cunoștința și ai începe să te umfli ca o gogoașă, așa cum pățesc cei care fac reacție alergică generalizată.

## De ce o numim Calea Lactee

Când studiem cosmosul, avem tendința să ne concentrăm atenția pe galaxii, pentru că ne atrag imediat privirea. Propria noastră galaxie, Calea Lactee, are formă de spirală, iar denumirea este inspirată de aspectul pe care-l are: ca o dâră de lapte vărsat peste cerul de noapte al Pământului. De fapt, însuși cuvântul „galaxie" provine din greaca veche, *galaxias*, care înseamnă „lăptos".

Toate acestea sunt pericole obișnuite.

În plus, s-ar putea să fii izbit de niște particule subatomice superbestiale cu mare încărcătură de energie și care se mișcă fantastic de repede, numite raze cosmice. Nu știm de unde vin și nici ce anume le lansează în călătoria lor prin spațiu. Știm totuși că majoritatea sunt protoni și că se deplasează aproape de viteza luminii. O singură particulă de rază cosmică are suficientă energie încât să lovească o minge de golf, din orice punct al terenului de joc, și s-o ducă până în gaură. NASA este atât de îngrijorată de efectele razelor cosmice asupra astronauților, încât își proiectează navele spațiale cu niște scuturi speciale care să le blocheze.

Da, spațiul intergalactic este și va fi întotdeauna locul unde are loc acțiunea.

Dacă oamenii de știință nu ar avea telescoape avansate, probabil că am continua să credem că spațiul dintre galaxii este gol. Stelele strălucitoare și galaxiile parcă împroșcate cu pete alb-lăptoase domină cerul nopții și au îndeajuns de multe secrete cât să-i țină ocupați pe astrofizicieni încă multe secole de acum încolo.

Dar, așa cum spuneam mai devreme, lumina apare sub multe forme. Toți suntem bine familiarizați cu lumina vizibilă, dar lumina poate să fie și invizibilă. Razele X pe care doctorii și tehnicienii radiologi din spitale le folosesc ca să se uite prin pielea ta și să vadă dacă nu cumva ți-ai rupt niște oase după un accident sunt o formă de lumină. La fel sunt și microundele rătăcitoare, venite de la mari depărtări din univers, oferindu-ne indicii despre nașterea cosmosului. Până

și undele radio care ne dau conexiunea wi-fi sunt verișoare mai îndepărtate, cu mai puțină energie, ale luminii vizibile care inundă și colorează lumea peste tot în jurul nostru.

Detectoarele și sondele moderne pot să studieze aceste forme invizibile de lumină. Ele ne pot da informații despre evenimente și întâmplări cosmice pe care nu le vedem cu ochiul liber. Folosind aceste detectoare, am cercetat împrejurimile noastre cosmice și am dat la iveală tot felul de ciudățenii spațiale, unele de-a dreptul fantastice.

Dă-mi voie să-ți prezint câteva dintre preferatele mele.

## Galaxiile pitice

Într-o porțiune dată de spațiu vor exista câte 10 galaxii mici — cunoscute sub denumirea de galaxii pitice — la fiecare galaxie mare. Propria noastră Cale Lactee are zeci de galaxii pitice învecinate. În timp ce o galaxie mare normală poate avea sute de miliarde de stele, galaxiile pitice pot să nu aibă decât un milion. Ceea ce poate părea în continuare enorm. Dar, pentru că galaxiile pitice au mai puține stele, ele sunt mult, mult mai întunecoase pe cerul nopții, ceea ce le face mai greu de găsit.

Tot timpul descoperim altele noi.

Cele mai multe galaxii pitice (cunoscute) își fac veacul pe lângă galaxii mai mari, orbitând în jurul lor ca niște nave spațiale. În cele din urmă, piticele sunt sfâșiate și apoi mâncate de galaxia principală.

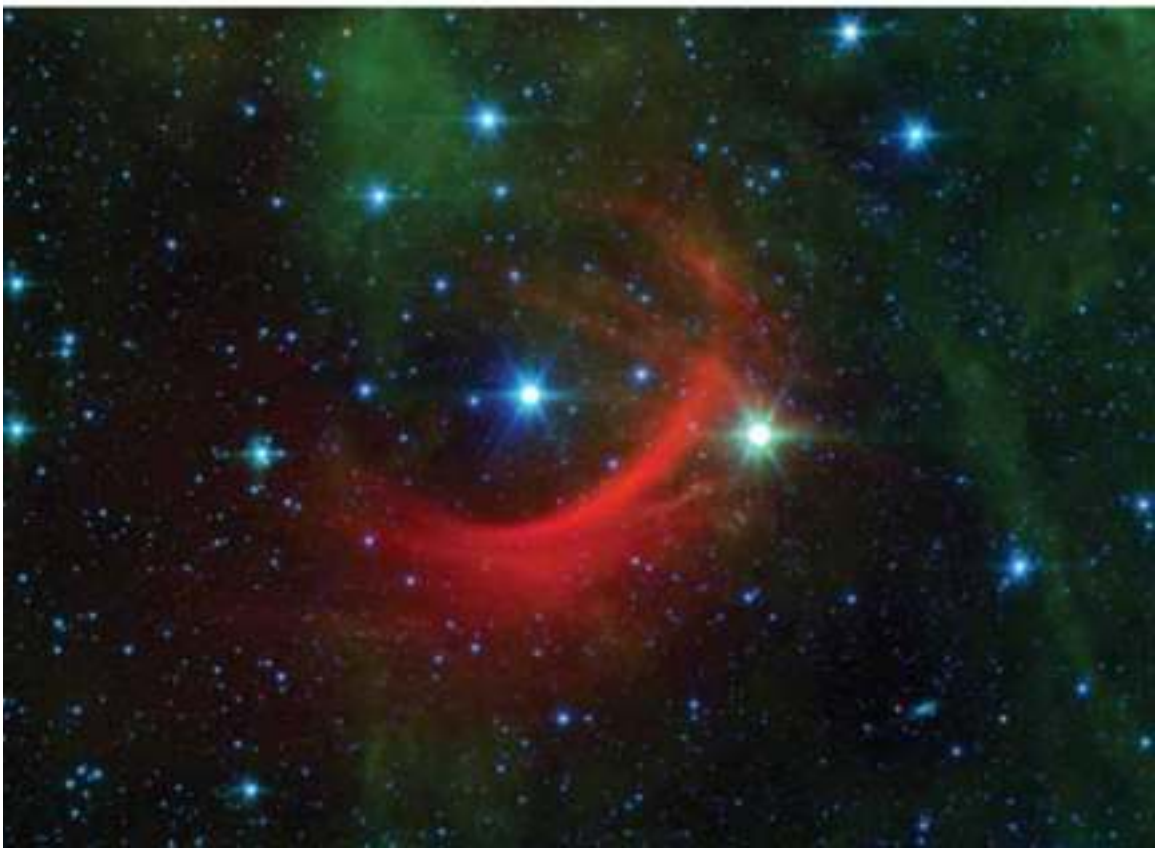
Calea Lactee a comis cel puțin un asemenea act de canibalism în ultimul miliard de ani, când a înghițit o galaxie pitică. Bucățele mici rămase din această galaxie pot fi

văzute ca un șirag de stele aflate pe orbită în jurul centrului Căii Lactee. Aceste rămășițe cosmice sunt cunoscute sub denumirea de sistemul Săgetătorul Pitic. Dar, dat fiind că au fost mâncate cu atâta lăcomie, ar fi trebuit să le zicem Prânzul.

## Stelele fugare

Galaxiile sunt așezate laolaltă în grupuri, la fel cum orașele și satele apropiate unele de altele sunt puse la grămadă în județe. Dar orașele și satele noastre stau de obicei pe loc.

Această enormă stea fugară se deplasează atât de repede, încât dă naștere unei unde de șoc în fața ei — vizibilă în această imagine sub forma unei dâre roșii curbate.



New Yorkul nu o ia la fugă în sus pe malul oceanului, ca să dea peste Boston. Galaxiile mari însă au obiceiul să se ciocnească, iar când se întâmplă așa ceva, lasă în urma lor o uriașă harababură. După o asemenea coliziune, sute de milioane de stele, în mod normal ținute pe loc de forța gravitației, scapă de sub influența ei. Stelele astfel desprinse se împrăștie peste tot în cer. Unele dintre ele se adună iarăși la un loc, formând niște grămăjoare pe care le-am putea numi galaxii pitice.

Alte stele rămân plutind în derivă. Observațiile noastre sugerează că s-ar putea să existe la fel de multe stele fără casă, rătăcitoare prin spațiu, câte stele există și în interiorul galaxiilor.

## Stelele fugare explozive

Câteva dintre evenimentele cosmice favorite ale astrofizicienilor sunt supernovele, adică stele care au explodat în nenumărate fărâme și fărâmițe și care, cu această ocazie, strălucesc de miliarde de ori mai tare timp de câteva săptămâni. Cu niște telescoape avansate, putem vedea supernove peste tot în univers. Majoritatea exploziilor au loc în interiorul galaxiilor, dar oamenii de știință au descoperit peste o duzină de supernove care au explodat la mare depărtare de orice galaxie. În mod normal, pentru fiecare stea care devine supernovă, există o sută de mii până la un milion de stele care nu fac acest lucru. Prin urmare, acele 12 stele care explodează la mama naibii în spațiu s-ar putea să fie un indiciu al existenței multor altor stele pe care noi nu putem să le vedem.

Unele dintre acele stele nedescoperite și care n-au explodat ar putea fi la fel cu Soarele nostru.

Iar în jurul lor poate că orbitează planete, care s-ar putea chiar să fie propice vieții inteligente.

## Gaz la temperaturi de milioane de grade

Materia, chestia din care e făcut tot ce există în univers, există în general sub trei forme sau stări: solidă, lichidă și gazoasă. Cel mai la îndemână exemplu ar fi apa, care în stare solidă este sub formă de gheață, în stare lichidă este transparentă și poate fi băută, iar când se transformă în vapori, devine un gaz.

Unele telescoape au dat la iveală un gaz care se întinde prin spațiile dintre galaxii, sclipind la zeci de milioane de grade. Cu toate că nu stă adunat laolaltă, acest gaz este totuși făcut din materie. De asemenea, este și foarte, foarte fierbinte.

Când galaxiile se mișcă prin acest gaz supraîncălzit, gazul le smulge toată materia pe care o au în exces, la fel cum face grasul clasei în sala de mese, smulgându-ți biscuitul cu bucățele de ciocolată când treci cu tava pe lângă masa lui. Însă gazul supraîncălzit nu doar că-i strică tot cheful unei

galaxii. Prin faptul că îndepărtează toată acea materie în plus, împiedică galaxia să mai producă și alte stele.

## Galaxiile albastre neluminoase

În exteriorul marilor grupuri de galaxii mai există și o populație de galaxii care și-au atins punctul de maxim cu mult timp în urmă. Așa cum am arătat deja, să te uiți în adâncul cosmosului e ca și cum te-ai uita mult înapoi în timp. Timpul necesar pentru ca lumina din galaxiile foarte îndepărtate să ajungă la noi poate fi de milioane sau chiar miliarde de ani.

Când universul nu avea decât jumătate din vârsta lui actuală, predominau galaxiile de mărime mijlocie, foarte albastre și foarte puțin luminoase. Putem să le vedem și azi, deși sunt dificil de detectat, nu numai pentru că se află la foarte mare depărtare, ci și pentru că nu conțin decât foarte puține stele strălucitoare. Aceste galaxii albastre neluminoase nu mai există în prezent. Ce s-a întâmplat cu ele rămâne un mister cosmic. Stelele lor au ars până s-au stins de tot? S-au transformat în niște cadavre invizibile

împrăștiate prin univers? S-au transformat în galaxiile pitice pe care le vedem azi? Sau au fost mâncate toate de galaxii mai mari?

Chiar au devenit toate mâncare la prânz?

Nu știm.

## Energia vidului

Nici măcar spațiul gol, fără nimic în el, nu este chiar gol de tot. Despre aceste porțiuni din spațiu spunem că sunt zone de vid — zone care nu conțin niciun pic de materie sau de energie. Dar în aceste porțiuni presupus goale apar și dispar permanent oceane întregi de particule virtuale. Când se ciocnesc unele de altele, în multe cazuri se distrug reciproc, eliberând astfel energie. Coliziunile acestea miniaturale creează ceea ce oamenii de știință numesc „energia vidului" — o presiune exterioară care acționează în sens contrar gravitației și care s-ar putea să ajute la expansiunea în continuare a universului.

## De ce nu ne place vidul

Există în știință o zicală veche care spune că natura are oroare de vid, adică îl detestă. Este un fapt bine știut, de asemenea, că și copiii mici detestă aspiratoarele (care funcționează prin crearea unui vid parțial). La fel e și cu câinii. Dar aceste adevăruri se referă la vidul parțial produs de aparatele electrocasnice numite aspiratoare. Tu ce părere ai avea despre varianta intergalactică a unui aspirator? Bănuiesc că n-ai fi teribil de încântat de el. Așa cum explicam mai devreme în acest capitol, n-ar fi un loc prea prietenos. De ce natura are oroare de spațiile vide și insistă să le umple cu activități dintre cele mai stranii, nu știm. Pur și simplu așa se întâmplă.

Cu atâtea chestii care există între marile galaxii, unele s-ar putea să ne blocheze posibilitatea de a vedea ce se află dincolo de ele. Ceea ce ar putea fi problemă pentru obiectele cele mai îndepărtate din univers, cum ar fi quasarii. Quasarii sunt centrele incredibil de strălucitoare ale galaxiilor — în

Quasarul din această ilustrație realizată de un grafician aruncă o formidabilă rază de lumină strălucitoare prin cosmos.

termeni științifici, nuclee superluminoase de galaxii. De regulă, lumina emisă de quasari a călătorit miliarde de ani până să ajungă la telescoapele noastre.

Lumina emisă de un quasar se schimbă un pic în timp ce trece prin nori de gaz și alte tipuri de gunoi spațial, iar astrofizicienii pot să studieze această lumină ca să afle ce s-a întâmplat de-a lungul acelei călătorii care durează de peste un miliard de ani. De exemplu, putem să ne dăm seama dacă lumina unui quasar a trecut prin mai mulți nori de gaz. Fiecare quasar cunoscut, indiferent unde anume pe cer a fost descoperit, arată elemente din zeci de nori de gaz diferiți, împrăștiați prin timp și spațiu.

Deci, chiar dacă aceşti nori nu sunt vizibili, noi ştim că sunt acolo.

Combinaţia de galaxii flămânde, stele fugare şi nori de gaz supraîncălzit face cu siguranţă ca spaţiul intergalactic să fie un loc interesant. Ia să mai adăugăm particulele acelea super-extra-bestial de energetice şi misterioasa energie a vidului, şi se poate spune, cu argumente, că toată distracţia adevărată din univers are loc mai degrabă între galaxii decât înăuntrul lor.

Dar eu nu te-aş sfătui să te duci în vacanţă acolo. Excursia ta s-ar putea să fie interesantă la început, dar s-ar sfârşi foarte, foarte prost.

# 5.

# Materia întunecată

Cu ani în urmă, când fetița mea abia dacă mergea în picioare, am văzut-o executând un experiment fascinant din scaunul ei înălțător. Sub privirea mea atentă, a lăsat să cadă, cu mare grijă, mai mult de 20 de boabe de mazăre răsfierte din farfuria cu mâncare. Le-a dat drumul câte una o dată, și nici măcar un singur bob de mazăre n-a îndrăznit să nu se supună legii universale a gravitației. Absolut toate au căzut direct pe podea.

Gravitația este o forță nemaipomenită, dar neliniștitoare.

Newton și Einstein au explicat cum anume influențează gravitația materia din cosmos. Boabe de mazăre răsfierte, mere coapte, oameni, planete, stele-gigant — ideile celor doi fizicieni se aplică tuturor exemplelor de materie pe care o putem vedea, o putem atinge, o putem simți și mirosi, iar câteodată o putem și gusta. Și, după Newton și Einstein, mare parte a materiei din univers pare să lipsească. Și nu mă refer la „lipsă" în sensul unui ciorap rătăcit, care lipsește dintr-o pereche.

Observând anumite stele și galaxii, astrofizicienii pot să măsoare forța gravitației din porțiuni îndepărtate ale

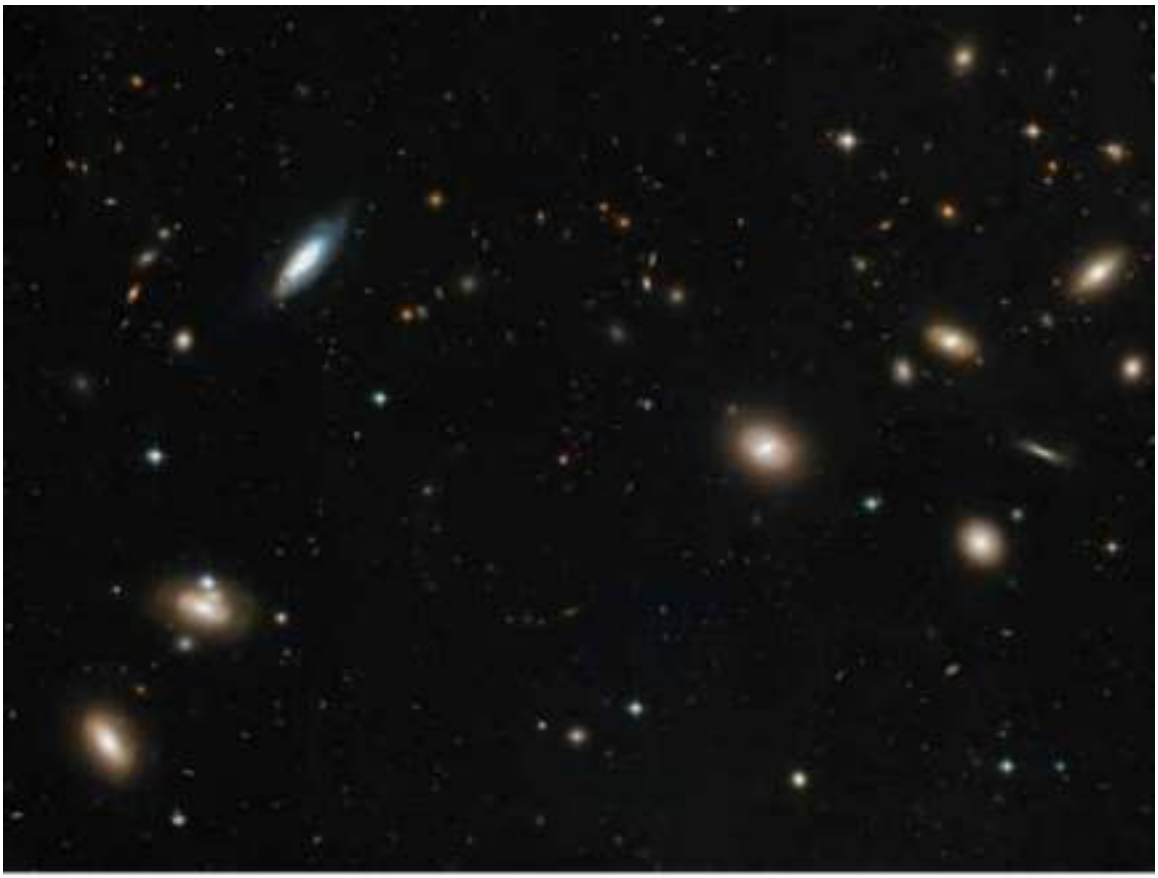
cosmosului. De regulă, dacă gravitația este puternică, vom vedea un obiect sau mai multe în apropiere. Efectul în jurul unei stele gigantice sau al unei găuri negre va fi enorm, de exemplu. Gravitația din jurul unei roci spațiale mititele care rătăcește prin cosmos? Nu cine știe ce.

Ani de-a rândul, astrofizicienii au urmărit niște câmpuri gravitaționale incredibil de puternice, dar fără nicio masă vizibilă care să creeze o asemenea forță. Trebuie să fie ceva acolo ca să genereze toată acea gravitație. Dar nu vedem ce. Orice ar fi, nu interacționează cu materia sau energia „noastră". Deja s-a făcut aproape un secol de când așteptăm să vină cineva și să ne spună de ce gravitația pe care am măsurat-o în univers, în majoritatea ei — aproximativ 85 % din ea —, este legată de un fel de materie pe care nu o putem detecta.

Practic, n-avem nici cea mai vagă idee.

Aceasta este o enigmă științifică majoră și constatăm că nici astăzi nu suntem mai aproape de un răspuns decât eram în 1937, când s-a pus prima dată problema acestei „mase lipsă". La vremea aceea, astrofizicianul elveţiano-american Fritz Zwicky studia mișcarea galaxiilor dintr-o zonă uriașă, denumită roiul de galaxii Coma. Această regiune cosmică se află la foarte mare depărtare de Pământ. O rază de lumină care pleacă din roiul galactic Coma trebuie să dea zor prin univers timp de 300 de milioane de ani ca să ajungă la telescoapele noastre.

De la distanță, roiul Coma pare să fie încântător de aglomerat. În jurul centrului său orbitează o mie de galaxii mișcându-se în toate direcțiile ca albinele care roiesc într-un stup. Gravitația ține roiul laolaltă, împiedicând tot ce se află



Astrofizicianul Fritz Zwicky a găsit primele dovezi ale misterioasei materii negre, în acest grup de galaxii cunoscute sub numele de „roiul Coma".

înăuntru să iasă de-acolo. Zwicky a măsurat intensitatea acestui câmp gravitațional observând câteva zeci de galaxii aflate în interior.

Dar ceva nu se potrivea.

Pur și simplu era prea multă gravitație. Așa că Zwicky a făcut totalul maselor tuturor galaxiilor din interiorul roiului. Cu toate că se numără printre cele mai mari și mai dense din univers, totalul masei calculate nu era suficient pentru a genera genul de câmp gravitațional care să țină la un loc toate aceste galaxii.

Mai era ceva acolo.

Ceva ce el nu putea să vadă.

După Zwicky, astrofizicienii au descoperit și alte roiuri de galaxii cu aceeași problemă. „Masa lipsă" rămâne cel mai vechi mister nedezlegat din istoria astrofizicii.

În ziua de azi, ne-am oprit la un termen specific pentru chestia asta: „materie întunecată".

Copil fiind, am locuit într-un bloc de apartamente lipit de un altul identic. Prietenul meu cel mai bun, coleg de clasă cu mine la școala primară, locuia în blocul învecinat. Datorită lui, am învățat să joc șah și poker, Risk și Monopoly. Dar mai important e că tot el m-a învățat cum să folosesc de-adevăratelea un binoclu, îndreptându-l spre Lună și spre stele. După ce am trecut de la binoclu la telescop și de la acoperișul blocului unde stăteam la imaginile clare văzute din deșert sau din largul mării, m-am îndrăgostit de toate acele priveliști uluitoare răspândite pe cerul nopții.

Dar astrofizica nu se ocupă doar de ceea ce se vede. Ea se ocupă și de ceea ce nu vedem.

Fritz Zwicky a găsit dovada că înăuntrul roiurilor sau grupurilor de galaxii există materie pe care el n-o putea vedea. După câțiva ani, în 1976, Vera Rubin, o astrofiziciană de la Institutul Carnegie pentru Științe din Washington, a descoperit masă lipsă care se ascundea în chiar interiorul galaxiilor. Ea studia galaxiile spirale: mulțimi de stele așezate în formă de disc turtit, cu un rotocol strălucitor în mijloc și mai multe brațe pline de stele care se răsucesc spre exterior. Vera Rubin a urmărit cât de repede se deplasează stelele în jurul centrului unei galaxii. La început, a găsit ceea ce se aștepta să găsească: stelele plasate mai departe de centru, dar

Acum înțelegi de ce le numim galaxii spirale, nu-i așa? Cea din imagine se prea poate să conțină un bilion de stele.

ținute strâns de forța gravitației, se mișcau cu viteze mai mari decât stelele aflate mai aproape de miezul galaxiei.

Dar Rubin s-a uitat și la zonele de dincolo de discul luminos. Se mai aflau pe-acolo și câteva stele strălucitoare și niște nori de gaz singuratici. Dat fiind că nu era decât foarte puțină materie vizibilă între aceste obiecte cosmice și marginile discului galactic, nimic nu le ținea strâns în apropierea galaxiei rotitoare. Viteza lor ar fi trebuit să scadă, odată ce creștea distanța dintre galaxie și acea Nicăieria. Dar, din nu se știe ce motiv, vitezele lor rămâneau de fapt mari.

Raționamentul pe deplin corect al Verei Rubin a fost acela că trebuie să existe vreo formă de materie întunecată în aceste zone îndepărtate, care nu lasă să se desprindă obiectele aflate la mare distanță de centru și care se ascunde

undeva mult dincolo de marginea vizibilă a fiecărei galaxii spiralate. Datorită studiilor Verei Rubin, astăzi numim aceste zone misterioase „halouri de materie întunecată".

Problema haloului există și sub nasul nostru, chiar aici, în Calea Lactee. Din galaxie în galaxie, din roi în roi, diferența dintre masa totală combinată a obiectelor pe care le vedem și masa efectivă care ar trebui să existe acolo, calculată pe baza intensității gravitației, este enormă. Materia întunecată cosmică are de vreo șase ori gravitația totală a întregii materii vizibile. Sau, ca să formulez situația altfel, există de șase ori mai multă materie întunecată decât materie normală.

Studierea unor halouri de materie întunecată, așa cum este cel din imagine, i-a permis astrofizicienei Vera Rubin să găsească mai multe dovezi pentru masa lipsă din cosmos.

## Detectiva materiei întunecate

În copilărie, Vera Rubin privea cerul de la fereastra camerei ei, după care și-a construit primul ei telescop dintr-un tub de carton. De mică s-a molipsit cu microbul pasiunii pentru astrofizică. După ce a terminat colegiul, a vrut să se înscrie la Universitatea Princeton, ca să-și ia diploma în astrofizică, dar cei de la universitate i-au spus că nu primesc femei. Ceea ce n-a oprit-o pe Vera Rubin. S-a dus să-și ia licența de la altă universitate și a continuat prin a-și folosi studiul asupra galaxiilor spiralate pentru a dovedi că materia întunecată chiar există. Mulți oameni sunt de părere că Vera Rubin ar fi trebuit să primească premiul Nobel pentru opera ei. La urma urmei, cea mai importantă distincție din știință se acordă pentru descoperiri, și ce altă descoperire poate merita mai multă admirație decât cea a materiei întunecate — substanța aceea misterioasă care ține galaxiile la un loc și nu le lasă să se împrăștie?

Bun, deci ce este materia întunecată?

Știm că nu se poate să fie făcută din materie obișnuită, adică protoni, neutroni și restul particulelor cunoscute. De asemenea, am scos din calcul găurile negre și alte ciudățenii cosmice. Oare materia întunecată n-ar putea fi niște simpli asteroizi sau niște

comete? Sau niște planete care rătăcesc prin spațiu, fără să fie legate de niciun sistem solar? Toate aceste obiecte au masă, dar niciunul nu produce lumină el însuși. Obiectele de acest fel ar apărea ca întunecate în detectoarele noastre. Din acest punct de vedere, s-ar potrivi. Dar nu există destul de multe, deci trebuie să scoatem din calcul și planetele rătăcitoare.

Mai știm și că materia întunecată nu poate fi făcută din aceleași particule ca planetele, oamenii sau hamburgerii, pentru că nu pare să se supună aceloraşi reguli. Forțele care țin laolaltă particulele din lumea noastră nu se aplică și materiei întunecate. Singura regulă pe care pare s-o respecte materia întunecată este gravitația.

Poate că nu este nimic în neregulă cu materia întunecată și gravitația este cea pe care n-o înțelegem. Poate că Newton nu avea dreptate. Și nici Einstein. Poate că tu, cititorule, vei descoperi până la urmă, în timp ce treci pe lângă o livadă de meri, în automobilul tău robotizat care se conduce singur, cum funcționează de fapt gravitația. Până atunci însă, trebuie să ne descurcăm cu datele pe care le avem acum. Și, din câte ne putem da noi seama la ora actuală, materia întunecată nu este doar așa, niște materie care se întâmplă să fie neagră.

Dimpotrivă, este cu totul altceva.

Nu-ți face griji! Nu se va întâmpla niciodată să dai cu capul de o bucată rătăcită de materie întunecată, când te duci la baie peste noapte în vârful picioarelor. Nu te vei împiedica niciodată de ea, strânsă grămăjoară pe holul aglomerat din școala ta, deși ești invitatul meu s-o folosești drept scuză, dacă vreunuia dintre colegii tăi mai nepricepuți la fizică îi

trece prin cap să te ia în balon că nu vezi pe unde mergi. Materia întunecată trăiește în galaxii și roiuri de galaxii. Pentru obiectele cele mai mici, cum ar fi lunile și planetele, nu vedem niciun efect. Gravitația de pe Pământ poate fi explicată în totalitate de materia aflată sub picioarele noastre. Aici pe Terra, cel puțin, Newton a avut dreptate.

Bine, și atunci din ce e făcută materia întunecată? Ce știm despre ea? Materia normală stă strânsă la un loc sub formă de molecule și de obiecte de toate mărimile, de la minusculele grăunțe de nisip la giganticele roci spațiale. Materia întunecată, nu. Dacă ar fi așa, am găsi nenumărate bucăți de materie întunecată presărate peste tot în univers.

Am avea comete din materie întunecată.

Planete din materie întunecată.

Galaxii din materie întunecată.

Din câte ne putem da seama însă, nu așa stau lucrurile. Ce știm este că materia pe care am ajuns s-o îndrăgim în univers — chestia care dă stelele, planetele și viața însăși — nu este decât o glazură subțire de pe un tort cosmic mult mai mare și mai întunecat.

Nu știm ce este. Dar știm precis că avem nevoie de materie întunecată. Dintotdeauna am avut.

Pe parcursul primei jumătăți de milion de ani de după Big Bang — abia cât ai clipi o dată din ochi, comparativ cu istoria de 14 miliarde de ani a cosmosului —, materia din univers începuse deja să se adune laolaltă într-un fel de rotocoale nu prea dense. Aceste rotocoale vor deveni la un moment dat roiuri și superroiuri de galaxii. Dar cosmosul își va dubla și el mărimea în următoarea jumătate de milion de ani și va

continua să se dilate. În această perioadă de creștere, două efecte se vor concura unul pe celălalt.

Gravitația se străduia să le adune pe toate laolaltă.

Universul în expansiune se străduia să le întindă pe toate cât mai departe.

Gravitația provenită de la materia obișnuită nu putea să câștige această bătălie de una singură. Avea nevoie de forța suplimentară a gravitației exercitate de materia întunecată. Fără ea, am trăi acum într-un univers fără nicio structură.

Fără roiuri de galaxii.

Fără galaxii.

Fără stele.

Fără planete.

Fără oameni.

În absența materiei întunecate, noi n-am mai fi aici deloc.

Așadar, materia întunecată este prietena și dușmanca noastră în egală măsură. Nu avem habar din ce este făcută, iar din acest punct de vedere chiar că ne cam enervează. Dar avem nevoie disperată de ea. Oamenii de știință se simt în general incomodați, ori de câte ori trebuie să ne bazăm pe idei pe care nu le înțelegem, dar, dacă trebuie, o facem. Iar materia întunecată nu este deloc prima ocazie când noi, savanții, a trebuit să ne bizuim pe ceva misterios.

În secolul al XIX-lea, de exemplu, cercetătorii au măsurat energia generată de Soare și au arătat ce efect are asupra anotimpurilor noastre și asupra climei. Ei știau că Soarele ne încălzește și ne asigură o parte din energia necesară vieții. Dar habar n-aveau despre felul cum acționează practic Soarele, până în momentul în care o femeie pe nume

## De ce strălucește Soarele

Stelele de felul Soarelui nostru au început prin a fi gigantici nori de gaz. Gravitația comprimă acești nori, făcându-i să se micșoreze din ce în ce mai tare și să devină tot mai fierbinți. Unii nori de gaz se vor opri din procesul de comprimare și vor rămâne așa, ca o masă gigantică și sclipitoare. Dar alții, cum a fost cel din care s-a format Soarele nostru, sunt atât de mari, încât declanșează un proces numit fuziune termonucleară. Moleculele de hidrogen din miezul norului se izbesc unele de altele și se combină — adică fuzionează — și atunci degajă energie. Energia provenită din toate aceste mici ciocniri se opune gravitației, împiedicând norul să se comprime mai departe, și furnizează suficientă energie încât să lase Soarele să strălucească.

Margaret Burbidge și colegii ei și-au dat seama care este mecanismul. Înainte de Burbidge, Soarele era pentru oamenii de știință la fel de misterios cum e materia întunecată pentru noi. Unii savanți chiar au sugerat că, de fapt, este un morman uriaș de cărbune care arde.

Materia întunecată este o idee stranie, dar se întemeiază pe date reale și concrete. Noi presupunem că se află acolo, datorită cercetărilor întreprinse de Vera Rubin și Fritz Zwicky și pe baza a ceea ce continuăm să observăm și azi. Materia întunecată este la fel de reală ca planetele îndepărtate pe care astronomii le-au descoperit în ultimii ani. Oamenii de știință

nu au văzut niciodată cu ochiul liber, nu au atins și nu au pipăit cu mâna lor aceste exoplanete — planete care se află în exteriorul sistemului nostru solar. Dar știința nu se ocupă doar cu ce se vede. Se ocupă și cu măsurarea efectelor care nu se văd cu ochiul liber, de preferat cu un instrument mai puternic și mai sensibil decât ochii noștri. Știm că aceste exoplanete sunt reale, pentru că folosim uluitoarele noastre instrumente ca să studiem stelele în jurul cărora orbitează. Cercetând aceste stele, descoperim indicii solide ale existenței planetelor.

Cel mai rău lucru care se poate întâmpla este să descoperim că materia întunecată nu este nicidecum materie, ci altceva. Nu s-ar putea, cumva, să vedem de fapt efectele unor forțe din altă dimensiune?* Nu cumva simțim gravitația obișnuită a materiei obișnuite care există într-un univers-fantomă paralel cu al nostru? Dacă da, atunci s-ar putea să nu fie decât unul dintr-o mulțime infinită de universuri, aflată într-un univers multiplu mai mare. S-ar putea să existe un număr infinit de variante ale Pământului nostru. Un număr infinit de variante ale tale.

Pare de necrezut. Dar la fel de nebunească a părut și ideea că Pământul se învârte în jurul Soarelui, când a fost lansată prima dată. Pe vremea aceea, toți oamenii credeau că Pământul este centrul universului. Și despre cer credeau că e doar un fel de boltă foarte înaltă. Acum știm că nu este așa. Știm că Soarele este una dintre cele o sută de miliarde de stele din galaxia Căii Lactee. Și știm că galaxia Căii Lactee este doar una dintre cele o sută de miliarde de galaxii din

* Oare acolo s-au dus și toți ciorapii pe care i-am pierdut?

univers. Planeta noastră natală nu e chiar atât de specială cum credeam odinioară. Ne-am înșelat în privința Pământului, deci s-ar putea să ne înșelăm și în privința materiei întunecate.

Unii oameni de știință bănuiesc că materia întunecată este făcută dintr-un grup de particule fantomatice pe care nu le-am descoperit încă. Ei folosesc niște instalații gigantice numite acceleratoare de particule, în încercarea de a obține frânturi de materie întunecată aici, pe Pământ. Alții au proiectat laboratoare care se află la mare adâncime sub nivelul solului. Dacă particulele de materie întunecată se întâmplă s-o ia la plimbare prin spațiu și câteva se izbesc de Pământ, aceste laboratoare subterane ar trebui să le poată detecta. Sigur, poate că pare de necrezut, dar cercetătorii au reușit o ispravă asemănătoare cu o micuță particulă fantomatică numită neutrino.

În anii 1930, când oamenii de știință încercau să înțeleagă atomul, câțiva dintre cei mai străluciți gânditori ai epocii au început să pună în dezbatere ideea unei mici particule care nu avea deloc sau aproape deloc masă proprie. La început nu au avut nicio dovadă directă a existenței acestei particule. Dar anumiți atomi degajau energie într-un mod necunoscut și câțiva savanți au sugerat că de vină ar putea fi tocmai aceste particule necunoscute, care luau cu ele energia și o scoteau din atom. Deși nu aveau nicio dovadă nemijlocită, cercetătorii au prezis existența particulelor neutrino, care nu interacționează aproape deloc cu materia. Apoi, câteva decenii mai târziu, un alt grup de cercetători a descoperit dovada că aceste particule sunt reale. De atunci, particulele

neutrino au fost identificate și numărate și în cadrul altor experimente. În fiecare secundă, 100 de miliarde de neutrino din Soare trec prin fiecare părticică de mărimea unghiei de la degetul mare, din corpul tău. Și nu fac nimic.

Ceea ce a fost inițial doar o intuiție, un mod de a explica un lucru care nu părea să aibă sens, s-a dovedit în final a fi real. Poate că vom găsi un mod de a detecta materia întunecată, la fel cum am făcut cu neutrino. Sau poate, și mai uluitor, vom descoperi că particulele de materie întunecată sunt ceva cu totul diferit și că ele se folosesc de o forță sau de mai multe forțe noi și nedescoperite încă.

Pentru moment, trebuie să ne mulțumim să mergem mai departe cu materia întunecată, ca un prieten straniu și invizibil, apelând la ea ca să explicăm comportamentul ciudat al universului. Chiar și numai atât, și tot va da o grămadă de lucru astrofizicienilor curioși. Dar materia întunecată nu este singurul mare mister nedezlegat din cosmos. Mai avem o enigmă fascinantă de rezolvat.

# 6.

# Energia întunecată

În copilărie, eram fascinat de un personaj de desene animate pe nume Mighty Mouse. Sigur, era doar un șoarece, dar întotdeauna venea să salveze situația și avea o voce extraordinară, ca un cântăreț de operă. Micuțul rozător cânta, nu glumă! În plus, avea un piept musculos ca de taur, o forță fizică incredibilă și putea să și zboare!

Fiind un tânăr curios de felul meu, nu m-am putut abține să nu mă întreb cum de era capabil Mighty Mouse să zboare, care era șmecheria? Că doar n-avea aripi. Nu avea nici propulsoare sau motoare cu reacție ascunse la brâu. Dar avea o mantie. Superman, celălalt faimos erou zburător din vremea copilăriei mele, avea și el o mantie. Nu cumva ăsta era secretul? Puterea de a zbura chiar depindea de hainele pe care ți le alegeai?

Curând, am elaborat o teorie: mantiile le dau oamenilor și șoarecilor puterea de a zbura.

Deși nu eram încă om de știință, începeam să gândesc ca un om de știință. Știința nu se bazează numai pe teorii. Teoriile trebuie testate. Prin urmare, trebuia să mă gândesc la

un experiment practic cu care să-mi testez ideea. Am găsit o mantie pe măsura mea, mi-am legat-o pe după gât și am sărit cât de departe am putut.

Am măsurat lungimea acestui salt al meu cu asistență din partea mantiei.

Apoi mi-am dat jos mantia, am sărit din nou și am măsurat lungimea celui de-al doilea salt.

Nu era nicio diferență.

Cu mantia pe mine, nu săream deloc la distanță mai mare. Categoric, nici nu zburam. Dar am învățat o lecție importantă: în știință, o teorie trebuie să se potrivească cu dovezile strânse din experimente. În caz contrar, trebuie ajustată sau aruncată la coșul de gunoi al ideilor greșite. Bănuiala mea că mantiile le permit șoarecilor și oamenilor să zboare nu se potrivea cu experimentul meu în care săream la distanță, deci a trebuit să-mi abandonez teoria și să-mi văd mai departe de viață, învățând să zbor la fel ca tot restul omenirii, în aparate mari numite avioane.

Uneori însă, chiar și cele mai nebunești teorii supraviețuiesc testelor experimentale. Albert Einstein abia dacă punea piciorul vreodată în laborator. El era un teoretician pur — un savant care dezvolta idei despre felul în care funcționează natura. El a perfecționat ceea ce se numește „experimentul de gândire", în care încerci să dezlegi misterele folosindu-ți imaginația.

Când avea 16 ani, de pildă, Einstein s-a întrebat cum ar fi dacă ar putea să alerge în paralel cu o rază de lumină. Lucru imposibil, bineînțeles. Am discutat deja despre limita cosmică a vitezei. Dar simplul fapt că s-a gândit la această idee ciudată i-a ocupat mintea lui Einstein ani de-a rândul, iar în final a dus la una dintre cele mai mari descoperiri revoluționare din știință.

Teoreticienii ca Einstein elaborează modele despre felul cum funcționează universul. Folosind aceste modele, ei pot să facă predicții. Dacă modelul este greșit, atunci observatorii — oamenii de știință care apelează la instrumente avansate ca să studieze natura — vor scoate la iveală o nepotrivire între predicție și dovada practică. „Modelul" de zbor pe care l-am dezvoltat eu în copilărie insista pe ideea că mantiile le permit oamenilor și șoarecilor să plutească prin aer. Apoi am testat modelul — fără să fie nevoie de instrumente avansate — și am descoperit o neconcordanță între teoria mea și dovezi. Am fost dezamăgit, dar oamenii de știință sunt în general foarte entuziasmați când descoperă o astfel de eroare în modelul altui cercetător. Tuturor ne place să găsim greșeli în tema pentru casă a altcuiva.

Einstein a elaborat unul dintre cele mai solide și mai cuprinzătoare modele teoretice care s-au văzut vreodată, și anume teoria generală a relativității*. Acest model detaliază modul în care se mișcă sub efectul gravitației tot ce există în univers și modul în care gravitația acționează asupra formei spațiului însuși. Teoria generală a relativității face predicții pe care savanții continuă să le testeze și astăzi.

Modelul lui Einstein prevede că, atunci când se ciocnesc două găuri negre, ar trebui să elibereze energie sub forma undelor gravitaționale, care se deplasează prin univers. În loc să se miște prin apă, ca valurile la malul mării, aceste unde gravitaționale fac ca spațiul însuși să se curbeze în sus și în jos. Și, bineînțeles, cercetătorii au captat unde pornite din aceste străvechi coliziuni extrem de îndepărtate ale unor găuri negre, când au trecut peste Pământ, dovedind că Einstein avusese dreptate.

* Poți să-i zici TGR. Așa facem toți în club.

La fiecare câțiva ani, cercetătorii din laborator inventează experimente și mai bune cu care să fie testată teoria lui Einstein. Și, de fiecare dată, aceste teste arată că nu s-a înșelat. Einstein nu a fost doar cel mai deștept băiat din clasă. El a fost unul dintre cei mai deștepți oameni care au existat vreodată.

Dar chiar și el putea să facă o greșeală.

Pe vremea lui Einstein, lumea voia cu tot dinadinsul să-i arate că nu are dreptate. Teoriile lui contraziceau ideile lui Newton și unii membri ai comunității științifice nu prea erau încântați de chestia asta. Câțiva s-au reunit într-un grup care a publicat în anul 1931 o carte intitulată „O sută de autori împotriva lui Einstein" (*One Hundred Authors Against Einstein*). Când a aflat despre apariția cărții, Einstein a răspuns că, dacă el este cel care se înșală, atunci ar fi fost suficient un singur autor.

Teoria generală a relativității venea cu o viziune radical diferită față de tot ce se crezuse până atunci despre gravitație. Conform relativității generale, obiectele masive, cu o masă foarte mare, deformează practic spațiul din jurul lor, provocând distorsiuni sau adâncituri în țesătura spațiului și timpului.

O masă mică așa cum este un măr nu are aproape deloc efect asupra spațiu-timpului. Ceva foarte mare, ca o planetă sau o stea, distorsionează în asemenea măsură spațiul, încât liniile drepte se îndoaie. Unul dintre foștii mei profesori, fizicianul teoretician american John Archibald Wheeler, spunea: „Materia îi spune spațiului cum să se curbeze; spațiul îi spune materiei cum să se miște".

Această nouă variantă a gravitației, așa cum o definea Einstein, nu se rezumă la a influența pur și simplu spațiul. Dat fiind că gravitația curbează spațiul însuși, până și

lumina trebuie să se supună forței gravitației, urmând trasee deformate în jurul obiectelor masive, și nu în linie dreaptă. Modelul lui Einstein descria două tipuri de gravitație. Unul este cel familiar nouă tuturor: atracția dintre Pământ și o minge aruncată în aer sau dintre Soare și planete. Dar relativitatea generală mai prezicea încă un efect: o misterioasă presiune antigravitațională.

Astăzi, știm că universul nostru este în expansiune. Galaxiile noastre se îndepărtează tot mai mult unele de altele. Pe vremea lui Einstein, ideea că universul nostru ar putea să facă și altceva decât să existe și atât depășea puterea de închipuire a oricui. Până și Einstein se gândea că universul trebuie să fie stabil, fără să se mărească și fără să se micșoreze. Dar din modelul lui de univers reieșea că acesta ar trebui fie să se dilate, fie să se contracte. El a bănuit că nu poate fi decât o concluzie greșită. Ca urmare, a mai adăugat în model un termen pe care l-a numit constanta cosmologică.

Unica sarcină a constantei cosmologice era să acționeze împotriva gravitației din modelul lui Einstein. Dacă gravitația încerca să atragă întregul univers într-o singură masă gigantică, de partea cealaltă constanta cosmologică îl împingea înapoi.

Doar că apărea o singură problemă.

Nimeni nu observase vreodată o asemenea forță în natură.

Într-un fel, se poate spune că Einstein a trișat.

After 13 years since Einstein had presented his theory, astrophysicist Edwin P. Hubble discovered that the universe is not stable. Hubble had studied the very far galaxies and, according to his research, these galaxies were not standing still. They were moving away from us! And not only that:

After 13 ani de când Einstein își prezentase teoria, astrofizicianul american Edwin P. Hubble a descoperit că universul nu este stabil. Hubble studiase galaxiile foarte îndepărtate și, conform cercetărilor lui, aceste galaxii nu stăteau pe loc. Ele se îndepărtau de noi! Și nu doar atât:

Hubble adunase dovezi convingătoare ale faptului că o galaxie are viteza cu atât mai mare și se îndepărtează cu atât mai mult de Calea Lactee cu cât se află la distanță mai mare.

Cu alte cuvinte, universul se dilată, adică este în expansiune.

Când a aflat despre aceste rezultate ale lui Hubble, Einstein s-a simțit stânjenit. Ar fi trebuit să prevadă el însuși. A aruncat cu totul la gunoi constanta cosmologică, spunând că a fost „cea mai mare gafă" din viața lui. Dar povestea nu se termină aici. Când și când de-a lungul deceniilor, teoreticienii se apucă să resuscite constanta cosmologică. Ei se întreabă cum ar arăta ideile lor, într-un univers care chiar ar avea în el această misterioasă forță antigravitațională.

În 1998, știința a scos din mormântul ei cea mai mare gafă a vieții lui Einstein pentru o ultimă dată.

Pe la începutul acelui an, două echipe concurente de astrofizicieni au făcut un anunț remarcabil. Ambele echipe studiau stelele explozive cunoscute sub denumirea de supernove. Astronomii știau cum trebuie să se comporte ele, cât de intensă ar trebui să fie strălucirea lor și cât de departe se presupune că ar trebui să fie.

Dar supernovele din grupul studiat arătau altfel.

Erau mai puțin strălucitoare decât se așteptau cercetătorii.

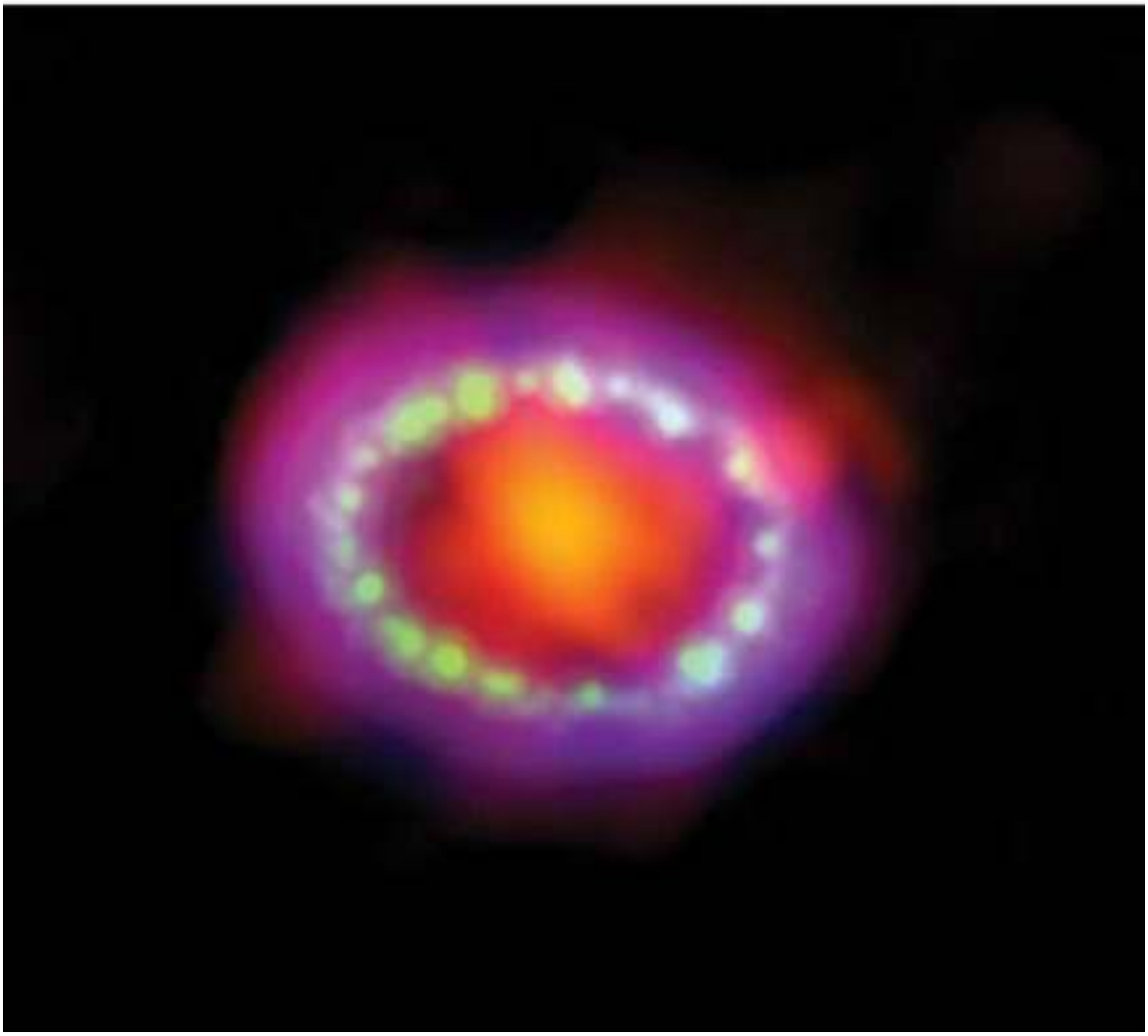
Puteau fi avansate două explicații. Fie acele supernove erau diferite de toate celelalte stele explozive pe care le studiaseră astrofizicienii în trecut, fie se aflau la o distanță mult mai mare decât consideraseră oamenii de știință. Iar dacă se aflau mai departe de noi decât crezuserăm, atunci modelele noastre în privința universului erau greșite.

Cercetările lui Hubble au arătat că universul este în expansiune, dar aceste supernove sugerau că se dilată mai rapid decât prevăzuserăm noi. Și nu exista nicio metodă

simplă de a explica rațional această expansiune în plus, fără gafa lui Einstein — constanta cosmologică. După ce astrofizicienii au șters de praf constanta și au așezat-o la loc în teoria generală a relativității, observațiile lor experimentale asupra universului s-au potrivit cu predicțiile lui Einstein.

Supernovele acelea se aflau exact în locul unde trebuia să fie.

Această stea în explozie, Supernova 1987A, a devenit o adevărată celebritate în cercurile astrofizicienilor. Stelele de acest fel ne-au ajutat să înțelegem că universul este în expansiune.



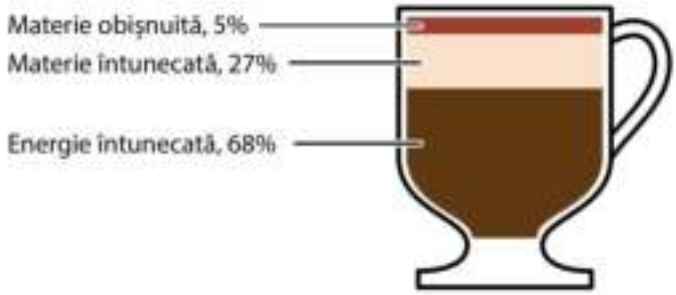
## Oamenii de știință au spirit competitiv?

Da! Chiar foarte mult. Suntem fix la fel de competitivi ca sportivii sau campionii la șah. În general vorbind, în știință, nu vrei să ți-o ia altul înainte. Când Charles Darwin a aflat că alt om de știință, Alfred Russell Wallace, se ocupa de elaborarea unor idei asemănătoare cu ale lui, s-a grăbit să publice ceea ce avea să primească denumirea de teorie darwinistă a evoluției. Nu voia ca meritul de a fi primul să-i revină lui Wallace. Genul acesta de spirit competitiv este valabil pentru orice domeniu al științei, dar, după părerea mea, universul este suficient de mare ca să încăpem toți. Există loc din belșug pentru cercetare.

Cele două echipe de astrofizicieni care studiau supernovele pomenite mai sus au primit amândouă premiul Nobel pentru munca lor. În lumea științei, ar fi echivalentul unui scor egal.

Deci teoria lui Einstein era corectă, până la urmă. Chiar și când a crezut că se înșală, avea dreptate.

Descoperirea acestor supernove mișcându-se cu mare viteză a fost prima dovadă directă că există o nouă forță ciudată în tot universul, care acționează în sens contrar gravitației. Constanta cosmologică era reală și avea nevoie de o denumire mai bună. Astăzi, o numim „energie întunecată".




Universul ca o cană cu cacao fierbinte: o cană de cacao fierbinte cu frișcă și scorțișoară deasupra. Partea cu cacao ocupă 68% din volum, frișca ocupă 27% și scorțișoara 5%.

Cele mai exacte măsurători de până acum arată că energia întunecată este chestia cea mai tare din parcare. Universul are în componență o combinație între materie și energie. Când adunăm tot ce există ca masă și energie în univers, energia întunecată reprezintă la ora actuală 68 % din total. Materia întunecată, 27 %. Materia obișnuită nu reprezintă decât 5 % din univers.

Chestiile normale pe care le vedem și le simțim și le mirosim nu reprezintă de fapt decât o fărâmiță din cosmos.

Bun, deci ce este această forță misterioasă? Nimeni nu știe. Bănuiala cu care să fi ajuns cineva cel mai aproape ar fi aceea că energia întunecată este creată din vidul spațial. În Capitolul 4 am vorbit nu doar despre primejdiile care pândesc în spațiul intergalactic, ci și despre toată activitatea care are loc în aceste deșerturi cosmice aparent pustii. Aici își fac brusc apariția particule și antiparticule care se distrug reciproc. În cursul acestui proces, fiecare pereche particulă-antiparticulă dă naștere la nițică presiune îndreptată spre

exterior. Poate că, dacă ar fi să adunăm toate aceste ghionturi mititele care se petrec în tot universul, am ajunge să avem suficientă forță cât să alimenteze energia întunecată.

Iată o idee rezonabilă. Din păcate, când facem estimarea totală a acestei presiuni din vid sau „presiuni de vacuum", rezultatul este absurd de mare. Mult mai mare decât estimarea făcută de noi pentru valoarea totală a energiei întunecate. Fără a pune la socoteală și experimentul meu inspirat de Mighty Mouse, ar fi cea mai mare neconcordanță dintre teorie și practică din toată istoria științei. Deci „presiunea de vacuum" nu poate fi sursa de forță a energiei întunecate.

Da, așa e, habar n-avem.

## De ce e captivant să nu ai habar

Odată ajunși aici, cred că ai remarcat deja că am folosit nu doar o dată expresia „să nu ai habar". Deseori, lumea îi consideră pe oamenii de știință cam aroganți și veșnic siguri de ei. Dar nouă ne place enorm când universul ne lasă perplecși. Ne dăm în vânt să nu avem habar cum stă treaba. Este extraordinar de interesant! E lucrul care ne face să ne trezim în fiecare dimineață și să dăm fuga la serviciu. Ca om de știință, înveți să primești cu brațele deschise neștiința — faptul de a nu ști ceva. Dacă știi toate răspunsurile, nu mai ai de ce să muncești, deci la fel de bine ai putea să te duci frumușel acasă.

Dar nu chiar de tot. Energia întunecată reiese în continuare din unul dintre cele mai bune modele ale universului pe care le-am elaborat noi vreodată: teoria generală a relativității, gândită de Einstein. Este constanta cosmologică. Indiferent ce se va dovedi că este energia întunecată, știm deja cum s-o măsurăm. Știm cum să-i prevedem efectele asupra trecutului, prezentului și viitorului cosmosului.

Iar vânătoarea continuă. Acum, când știm că energia întunecată chiar există, echipele de astrofizicieni se întrec care mai de care să-i descopere secretele. Poate că vor reuși. Ori poate că avem nevoie de o alternativă la teoria generală a relativității. S-ar putea să existe vreo teorie a energiei întunecate care așteaptă să fie descoperită de o persoană deșteaptă care nu s-a născut încă. Sau poate că acel viitor geniu citește această carte chiar acum.

# 7.

# Elementele mele preferate

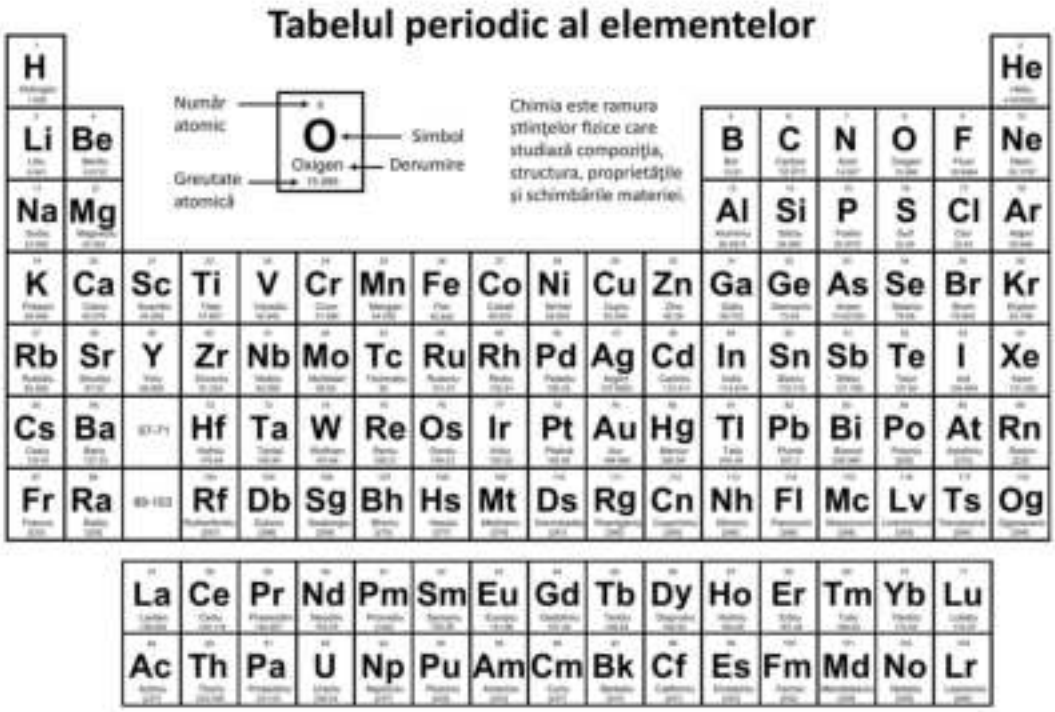
Pe vremea când eram elev de gimnaziu, i-am pus profesorului meu o întrebare care mie mi se părea foarte simplă, despre tabelul periodic al elementelor chimice. Vei găsi un afiș mare cu tabelul periodic în orice laborator obișnuit de chimie. La prima vedere, l-ai putea confunda foarte ușor cu o tablă de joc cam derutantă. Dar nu este un joc. Tabelul periodic ne dă informații despre toate cele 118 elemente chimice sau tipuri de atomi care se găsesc în univers.

În fine, l-am întrebat pe profesorul meu de unde provin aceste elemente.

Din scoarța Pământului, mi-a răspuns el.

Aici îi dau dreptate: precis de acolo le luase firma care aproviziona laboratorul de chimie al școlii. Dar mie răspunsul acela nu mi-a fost suficient. Voiam să știu cum au ajuns elementele chimice în scoarța Pământului. Da, eram genul *acela* de copil* și mă gândeam în sinea mea că răspunsul

* Și sunt și acum.




trebuie să vină din astronomie. Elementele trebuie să-și fi avut originea în spațiul cosmic. Dar chiar trebuie să cunoști istoria universului ca să poți răspunde la întrebare?

Da, trebuie.

Materia obișnuită este făcută din protoni, neutroni și electroni. Protonii și neutronii se bulucesc laolaltă în ceva care se numește nucleu. Electronii, în schimb, se rotesc în jurul părții exterioare a nucleului. Luați împreună, formează ceea ce numim un atom. Un element este compus dintr-un atom sau mai mulți atomi de același fel, cu același număr și tip de particule, cel mai simplu dintre toate fiind hidrogenul. Hidrogenul nu are decât un singur proton și un singur electron. Un atom de hidrogen sau mai mulți atomi de hidrogen la un loc se consideră că sunt un element hidrogen.

Hidrogenul este unul din cele doar trei elemente prezente în stare naturală — cele pe care nu le realizăm într-un laborator sau prin intermediul unui experiment — și care au fost produse în timpul Big Bangului. Restul s-au făurit în miezul cu temperaturi foarte înalte și în rămășițele explozive ale stelelor devenite supernove. Văzut ca ghid de studiere a acestor elemente, tabelul periodic este o realizare științifică foarte serioasă și importantă. Totuși, când și când, nici măcar un savant nu se poate abține să nu-l vadă ca pe un fel de grădină zoologică, în care cineva cu mintea jucăușă a lui dr. Seuss a îngrămădit tot felul de animale incredibil de ciudate. La urma urmei, aceste elemente sunt care mai de care mai stranii.

Uite sodiul, de exemplu, un metal otrăvitor pe care l-ai putea tăia cu un cuțit bont pentru unt. În altă parte a tabelului vei găsi clorul, un gaz ucigător și urât mirositor. Tabelul periodic îți spune că aceste două elemente periculoase pot fi combinate într-o singură moleculă. Pare o idee extrem de proastă. Dar când le pui unul lângă celălalt, îți iese clorura de sodiu, mai bine cunoscută sub denumirea de sare de masă.

Dar ce zici de hidrogen și oxigen? Primul este un gaz exploziv. Celălalt ajută materia să ardă. Ia să adaugi oxigen peste un foc aprins, și să vezi ce pălălaie! Și totuși, tabelul periodic ne spune că pot fi făcute pereche. Când combini hidrogen cu oxigen, rezultă apă lichidă, care stinge focul.

Tabelul periodic e plin cu tot felul de minuni. Am putea lua pe rând fiecare element și să-i trecem în revistă multele proprietăți stranii și fantastice. Dar, cum probabil ți-ai dat deja seama, eu prefer să mă concentrez asupra stelelor. Deci dă-mi voie să-ți ofer un mic tur de vizitare a tabelului periodic, văzut prin ochii unui astrofizician.

## cel mai popular element din univers

Elementul cel mai ușor și mai simplu, hidrogenul, a luat naștere în totalitate în timpul Big Bangului. Între cele 94 de elemente pe care le găsim în natură, hidrogenul predomină. La fiecare trei atomi din corpul omenesc, doi sunt de hidrogen.

Hidrogen

La fiecare zece atomi din întregul univers, nouă sunt de hidrogen. În fiecare secundă din fiecare zi, 4,5 miliarde de tone de particule de hidrogen în mișcare rapidă se izbesc unele de altele în interiorul miezului fierbinte și incandescent al Soarelui. Aceste coliziuni furnizează energia care ajută Soarele să strălucească.

## Vicepreședintele

Probabil ți-e cunoscut heliul datorită rolului pe care-l joacă la petrecerile de ziua de naștere. În stare gazoasă, heliul plutește aproape la fel de bine ca hidrogenul. Dar hidrogenul, așa cum spuneam mai devreme, este înspăimântător de exploziv. Baloanele umplute cu hidrogen ar fi un ingredient foarte periculos la petrecerea unui copil de grădiniță. Dacă s-ar întâmpla ca un balon cu hidrogen să ajungă peste o lumânărică aprinsă, n-ar mai rămâne nimeni care să deschidă cadourile. Așa că umflăm baloanele cu heliu, după care tragem câteva guri din aerul acela ciudat și spunem câteva cuvinte, chestie care face ca vocea noastră să sune ca a lui Mickey Mouse.

Heliu

Heliul mai este și al doilea cel mai simplu și al doilea cel mai răspândit element din univers. La fel ca hidrogenul,

heliul s-a format în timpul Big Bangului. Dar stelele produc și ele heliu. Heliul nu se găsește în cantitate la fel de mare ca hidrogenul, dar tot este de patru ori mai mult decât toate celelalte elemente ale universului puse la un loc.

## Rămășița ghinionistă

Cu cei trei protoni ai săi, litiul este al treilea cel mai simplu element din univers. La fel ca hidrogenul și heliul, litiul a fost produs în timpul Big Bangului și îi și ajută pe cercetători să testeze această teorie. Conform modelului Big Bangului, în orice zonă a universului ar trebui să existe doar maximum un atom de litiu la fiecare o sută de atomi. Încă n-a găsit nimeni vreo galaxie în care să fie depășită această limită superioară. Această concordanță între predicțiile noastre și ceea ce vedem prin telescoape vine să se adauge ca dovadă că universul realmente a luat naștere printr-un mare bang.

Litiu

## Elementele biogene

Elementul carbon poate fi găsit aproape peste tot. Carbonul este produs în interiorul stelelor, învolburat până ajunge la suprafață și apoi scuipat afară în galaxie. Din carbon poți să faci mai multe molecule decât din aproape oricare alt element. Este unul dintre ingredientele principale ale vieții, așa cum o cunoaștem noi — de la plante și insecte microscopice până la elefanți maiestuoși și staruri pop umane. Selena Gomez este o formă de viață pe bază de carbon.

Carbon

Dar viața care nu e așa cum o cunoaștem noi? Dacă există și forme extraterestre de viață în cosmos, care să fie alcătuite din altceva decât carbon și oxigen? Cum ar fi să existe viață bazată pe elementul siliciu, din care se face siliconul? Autorilor de SF le place enorm să imagineze povești despre forme de viață extraterestre, având la bază siliciul. Exobiologii, oamenii de știință care își petrec timpul încercând să afle cum ar putea arăta viața pe alte planete, au luat în considerare și această posibilitate. Până la urmă, însă, ne așteptăm ca majoritatea formelor de viață să fie pe bază de carbon, fiindcă în univers există mult mai mult carbon decât siliciu.

## Elementele grele

Aluminiul ocupă o mare porțiune din scoarța Pământului, stratul gros care înconjoară miezul incandescent al planetei noastre. Strămoșii noștri din vechime nu cunoșteau aluminiul. Personal, mie îmi este foarte drag acest element, pentru că aluminiul lustruit poate fi utilizat la fabricarea unor oglinzi aproape perfecte. Telescoapele au înăuntru oglinzi cu care amplifică și concentrează lumina, permițându-le astrofizicienilor să obțină imagini mai bune ale obiectelor îndepărtate. Aluminiul este stratul protector preferat pentru oglinzile aproape tuturor telescoapelor din ziua de azi.

Titan

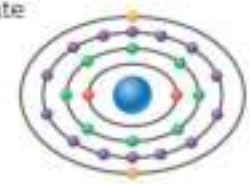
Un alt element greu, titanul, și-a primit numele după cel al Titanilor, zeii cei puternici din Grecia antică. Titanul este de peste două ori mai dur și mai rezistent decât aluminiul și este folosit la fabricarea aeronavelor militare, a protezelor de membre artificiale, cum ar fi cele pentru mâini sau picioare,

și a mânerelor pentru rachetele de tenis și lacrosse. Acest element este și el un bun prieten al astrofizicianului.

În majoritatea locurilor din cosmos, oxigenul depășește numeric carbonul. Niciunei molecule nu-i place să stea singură, așa că atomii de carbon se lipesc de atomii liberi ai oxigenului. După ce tot carbonul și-a găsit un atom sau doi de oxigen, tot a mai rămas niște oxigen care să se lipească de alte elemente. Când oxigenul se fixează de titan, rezultatul va fi oxidul de titan. Astrofizicienii au detectat urme de oxid de titan în anumite stele. Recent, o echipă de cercetători a descoperit o nouă planetă, înconjurată de oxid de titan. Noi chiar acoperim părți din telescoapele noastre cu o vopsea albă care conține oxid de titan, pentru că ajută la intensificarea luminii emise de stele și de alte obiecte cosmice.

## Ucigașul de stele

Fierul nu este cel mai comun element din univers, dar s-ar putea să fie cel mai important. În interiorul stelelor masive, micuțele elemente se ciocnesc și se combină tot timpul. Atomii de hidrogen se izbesc unii de ceilalți și formează heliu. După care heliul, carbonul, oxigenul și alte elemente fuzionează. Până la urmă, atomii dinăuntru sunt îndeajuns de mari încât să formeze fierul, care are 26 de protoni și cel puțin tot atâția neutroni în nucleu. Comparativ cu hidrogenul, care nu are decât unul din fiecare, este enorm!



Fier

Protonii și neutronii din atomii de fier conțin cea mai puțină energie dintre toate elementele. Și totuși, acest lucru se traduce prin ceva extrem de simplu și de interesant: pentru că sunt neputincioși ca niște gloanțe oarbe, ei absorb energie.

În mod normal, dacă spargi un atom în bucăți, va avea loc o eliberare de energie. Același lucru se întâmplă și când combini doi atomi ca să faci unul singur.

Dar fierul nu e la fel ca restul lumii.

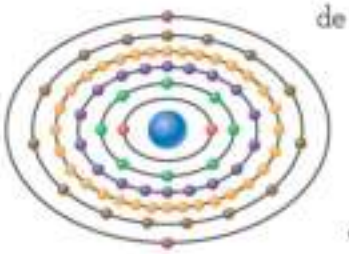
Dacă divizezi atomii de fier, ei vor absorbi energie.

Dacă îi combini, ei tot vor absorbi energie.

Chestia cu care se ocupă stelele este să producă energie. Soarele nostru, de exemplu, este o uzină de energie, umplând tot sistemul solar cu fotoni forțoși. Dar când stelele cu masă mare încep să producă fier în miezul lor, înseamnă că li se apropie sfârșitul. Mai mult fier înseamnă mai puțină energie. Fără o sursă de energie, steaua se prăbușește sub propria-i greutate și explodează, depășind în intensitate luminoasă un miliard de sori, timp de peste o săptămână. Datorită fierului, elementele produse în miezul stelei călătoresc prin cosmos, furnizând punctul de pornire pentru alte stele și alte planete.

## Distrugătorul de dinozauri

Iridiul se plasează pe locul al treilea în ierarhia celor mai grele elemente din tabelul periodic. Acest element se găsește rar la suprafața Pământului, dar există un strat subțire și întins de iridiu care ne oferă dovezi despre trecutul planetei noastre. Acum 65 de milioane de ani, un asteroid de mărimea muntelui Everest a intrat în coliziune cu Pământul, transformându-se în vapori în urma impactului, iar în final ducând la moartea tuturor vietăților care trăiau pe uscat și depășeau dimensiunile unei valijoare. Prin urmare, oricare ar fi teoriile tale preferate în



Iridiu

privința dispariției dinozaurilor, un asteroid-gigant uriaș venit din spațiul cosmic ar trebui să se afle în fruntea listei.

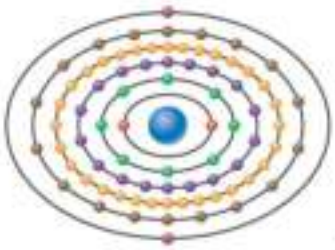
Deși pe suprafața Pământului se găsește rar, în asteroizii metalici de mari dimensiuni iridiul este o prezență obișnuită. Când roca aceea gigantică venită din spațiu s-a spulberat în ciocnirea cu Pământul, iridiul dinăuntrul ei a țâșnit afară sub forma unui nor imens. Explozia a împrăștiat atomii peste toată planeta. Astăzi, când cercetătorii sapă adânc în scoarța Pământului și studiază suprafața lui așa cum era acum 65 de milioane de ani, ei găsesc un strat subțire din acest element răspândit peste tot.

## Zeii

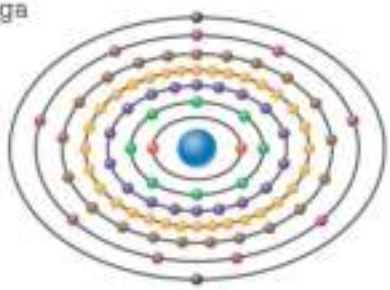
Unele dintre elementele tabelului periodic au fost botezate după nume de planete și asteroizi, care la rândul lor fuseseră botezate după numele zeilor din Roma antică. La începutul secolului al XIX-lea, astronomii au descoperit două obiecte aflate pe orbită în jurul Soarelui, între Marte și Jupiter. Pe primul l-au botezat Ceres, după zeița recoltei, iar pe cel de-al doilea, Pallas, după Pallas Atena, zeița romană a înțelepciunii. Primul element descoperit după Ceres a fost botezat ceriu, iar primul element descoperit după ce astronomii detectaseră obiectul Pallas a fost botezat paladiu — substanța pe care Tony Stark o folosește ca să pună în mișcare exoscheletul lui Iron Man în filmele cu același nume*.

Paladiu

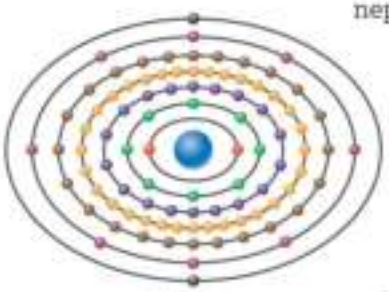
* Îmi pare rău, dar o pură ficțiune. Adevăratul paladiu n-ar putea furniza cantități aproape infinite de energie. Plutoniul (vezi mai departe în text) ar fi mai fezabil, dar este și puternic radioactiv, deci Iron Man s-ar îmbolnăvi cumplit sau ar muri până să apuce să salveze lumea.


Mercur

Mercurul, metalul acela argintiu care este lichid și curge la temperatura camerei, a fost botezat după numele zeului-mesager al romanilor, care avea aripi la picioare. Toriul are ca inspirație numele lui Thor, zeul scandinav plin de mușchi din cap până-n picioare, care aruncă fulgere în stânga și-n dreapta. Nici nu-i de mirare că Thor și Iron Man sunt așa de buni prieteni. Au în comun o valență elementară.


Uraniu

Saturn, planeta mea preferată*, nu are niciun element care să fie botezat după ea, dar Uranus, Neptun și Pluto, toate numite după zei din miturile romane, au reprezentante faimoase. Uraniul a fost principalul ingredient al primei bombe atomice folosite vreodată într-un război. La fel cum Neptun vine imediat după Uranus în sistemul solar, și neptuniul apare imediat lângă uraniu în tabelul periodic.


Plutoniu

Următorul element din tabel, plutoniul, nu se găsește în natură. Dar oamenii de știință au găsit o metodă prin care să producă o cantitate suficientă cât să intre într-o bombă atomică, pe care armata Statelor Unite a aruncat-o peste orașul

* De fapt, Pământul e planeta mea preferată. Apoi vine Saturn.

japonez Nagasaki la doar trei zile după ce lăsase să cadă o bombă cu uraniu peste orașul Hiroshima, punând astfel rapid capăt celui de-al Doilea Război Mondial. Mici cantități din anumite tipuri de plutoniu ar putea fi folosite într-o bună zi drept combustibil pentru motoarele navelor spațiale cu care vom călători dincolo de sistemul solar.

Și uite așa se încheie călătoria noastră cosmică prin tabelul periodic al elementelor chimice, chiar la marginea sistemului solar și dincolo de el. Din motive pe care încă n-am reușit să le înțeleg, multor oameni nu le plac chimicalele. Probabil că denumirea li se pare cumva periculoasă. Însă în acest caz ar trebui să dăm vina pe chimiști, nu pe chimicale în sine. Personal, eu n-am nicio problemă cu substanțele chimice. Stelele mele preferate, precum și cei mai buni prieteni ai mei sunt făcuți din elemente chimice.

# 8.

# De ce lumea e rotundă

Planeta Saturn îmi vine imediat în minte de fiecare dată când iau o îmbucătură dintr-un hamburger. Nu e nimic foarte planetar în privința mâncării în sine, dar forma chiftelei dinăuntru și mai ales jumătatea de chiflă de deasupra sunt cosmice. Mă fac să-mi aduc aminte cât de mult îi plac universului chestiile alea perfect rotunde denumite sfere și cum se schimbă aceste obiecte circulare atunci când se învârt.

Saturn, de exemplu. Această jumbo-planetă se învârte în jurul propriei axe mult mai repede decât Pământul. Ziua ta e lungă de 24 de ore pentru că oricărui punct dat de pe planeta noastră, de exemplu cel în care stai tu chiar acum, îi trebuie 24 de ore ca să execute o rotație completă. Pământul răsucește cu viteza de 1 600 de kilometri pe oră tot ce se găsește pe Ecuator, adică linia de mijloc a planetei. Probabil ți se pare foarte repede. Un avion de pasageri obișnuit se deplasează cu doar 885 de kilometri pe oră. Însă niciuna dintre aceste viteze

nu se compară cu viteza lui Saturn. A doua planetă de pe lista preferatelor mele încheie o zi, adică o rotație completă în jurul propriei axe, în doar 10 ore și jumătate. Iar planeta Saturn este și mult, mult mai mare decât Pământul. Deci, ca să-și încheie rotația aceea la timp, ecuatorul lui Saturn se învârte cu viteza de 35 400 de kilometri pe oră.

Dacă planeta noastră s-ar învârti și ea la fel de repede, ziua ta de școală ar dura cam 20 de minute. Dar și vacanța de vară ar fi mai scurtă, plus că noi nici n-am exista, de fapt, de la bun început.

Obiectele care se rotesc repede au tendința să se turtească. Pământul, de exemplu, nu este o sferă perfectă. Planeta noastră se învârte în jurul unei linii imaginare care ține de la Polul Nord la Polul Sud. Distanța de la un pol la celălalt de-a lungul acestei linii drepte este mai scurtă decât distanța dintr-o parte într-alta a planetei măsurată pe la Ecuator. Cu alte cuvinte, Pământul este ușor turtit la poli.

Și când zic „ușor" turtit, vorbesc foarte serios: diferența dintre lungimi este de mai puțin de 42 de kilometri.

Uite-l pe Saturn, al doilea pe listă între planetele mele preferate! O singură zi pe Saturn durează numai 10 ore și jumătate.

## De ce Moș Crăciun ar trebui să-și petreacă vacanțele în Ecuador

Dacă Pământul s-ar învârti doar de 16 ori mai repede decât acum, atunci forțele centrifuge, aceleași care ne împing spre margine când suntem într-un carusel sau care țin apa înăuntru într-o găleată când o învârtim în cerc, tot ce se află la ecuator și-ar pierde greutatea. Chiar și acum, la viteza actuală de rotație a Pământului, dolofanul Moș Crăciun ar cântări la ecuator cu vreo 400 de grame mai puțin decât ar cântări la Polul Nord, unde forța centrifugă nu are niciun efect. Tuturor ne place să arătăm bine și să ne simțim confortabil în pielea noastră când suntem în vacanță, deci dacă te gândești să-l cauți pe Moș Crăciun în extrasezonul sărbătorilor de iarnă, eu aș începe cu Ecuadorul.

Cu cât un obiect se învârte mai repede, cu atât se turtește mai mult. Ceea ce mă readuce la hamburgeri. Dat fiind că Saturn se învârte cu 35 400 de kilometri pe oră, planeta este cu nu mai puțin de 10 % mai turtită, de la un pol la celălalt, decât la mijloc. Departe de a fi o sferă perfectă, planeta Saturn seamănă mai degrabă cu un hamburger, cu un mijloc mai lat și o jumătate de chiflă turtită deasupra.

Universul adoră sferele. În afară de cristale și de roci sparte, nu prea mai sunt multe lucruri în cosmos care să aibă unghiuri ascuțite în mod natural. Deși multe obiecte au forme ieșite din comun, lista lucrurilor rotunde este practic nesfârșită, începând de la baloanele de săpun și terminând cu galaxiile.

## Fapt divers

Sferele puțin aplatizate se numesc sferoizi turtiți sau elipsoizi. Pământul este un elipsoid și la fel este și Saturn.

Legile fizice care guvernează Universul favorizează sferele în fața altor forme. Uite tensiunea superficială, de exemplu. Această forță trage mai aproape unele de altele moleculele aflate la suprafața unui obiect. Gândește-te la un balonaș de săpun. Balonașul în sine este compus din săpun și apă. Înăuntrul lui stă prizonieră o pungă de aer. Tensiunea superficială a lichidului din care e făcut balonașul de săpun strânge aerul din toate părțile. În câteva momente de când s-a format, va închide în capcană volumul de aer, folosind cea mai mică suprafață cu putință. Acest lucru face să ia naștere cel mai puternic balonaș posibil, pentru că stratul de apă cu săpun nu va trebui să fie întins cu nicio miime de milimetru mai subțire decât este absolut necesar. Iar forma care are suprafața cea mai mică pentru un volum închis este o sferă perfectă.

De fapt, s-ar putea economisi miliarde de dolari în fiecare an cu materialele de împachetat, dacă toate cutiile și lăzile în care se transportă mărfuri și toate ambalajele alimentelor din supermarket ar fi sferice. Conținutul unei cutii super-jumbo de cereale Cheerios ar încăpea cu ușurință într-o sferă de

carton cu raza de numai 11 centimetri. Dar nimeni n-are chef să fugă după o cutie de cereale care a căzut de pe raft și se rostogolește până cine știe unde.

În incinta stațiilor spațiale orbitale, unde totul este imponderabil din cauza absenței gravitației, dacă lași să iasă ușurel dintr-un tub sau o seringă mici cantități precise de metal topit — sau lichid —, mărgelușele acelea metalice vor pluti pur și simplu în aer. După ce s-au răcit, vor începe să se întărească, iar tensiunea superficială va face ca ele să devină sfere absolut perfecte.

În cazul obiectelor cosmice de mari dimensiuni, cum sunt planetele și stelele, tensiunea superficială este mai puțin importantă. Energia și gravitația acționează pentru a le transforma pe acestea în sfere. Gravitația nu numai că atrage merele din copaci sau deformează spațiul. Gravitația încearcă și să comprime materia în toate direcțiile, micșorând-o și înghesuind-o într-un spațiu din ce în ce mai mic.

Dar gravitația nu învinge întotdeauna — legăturile chimice dintre elementele obiectelor solide sunt puternice. Munții Himalaya, cei mai înalți din lume, s-au ridicat în pofida forței de gravitație a Pământului pentru că rocile din scoarța planetei noastre au acționat cu mai multă putere.

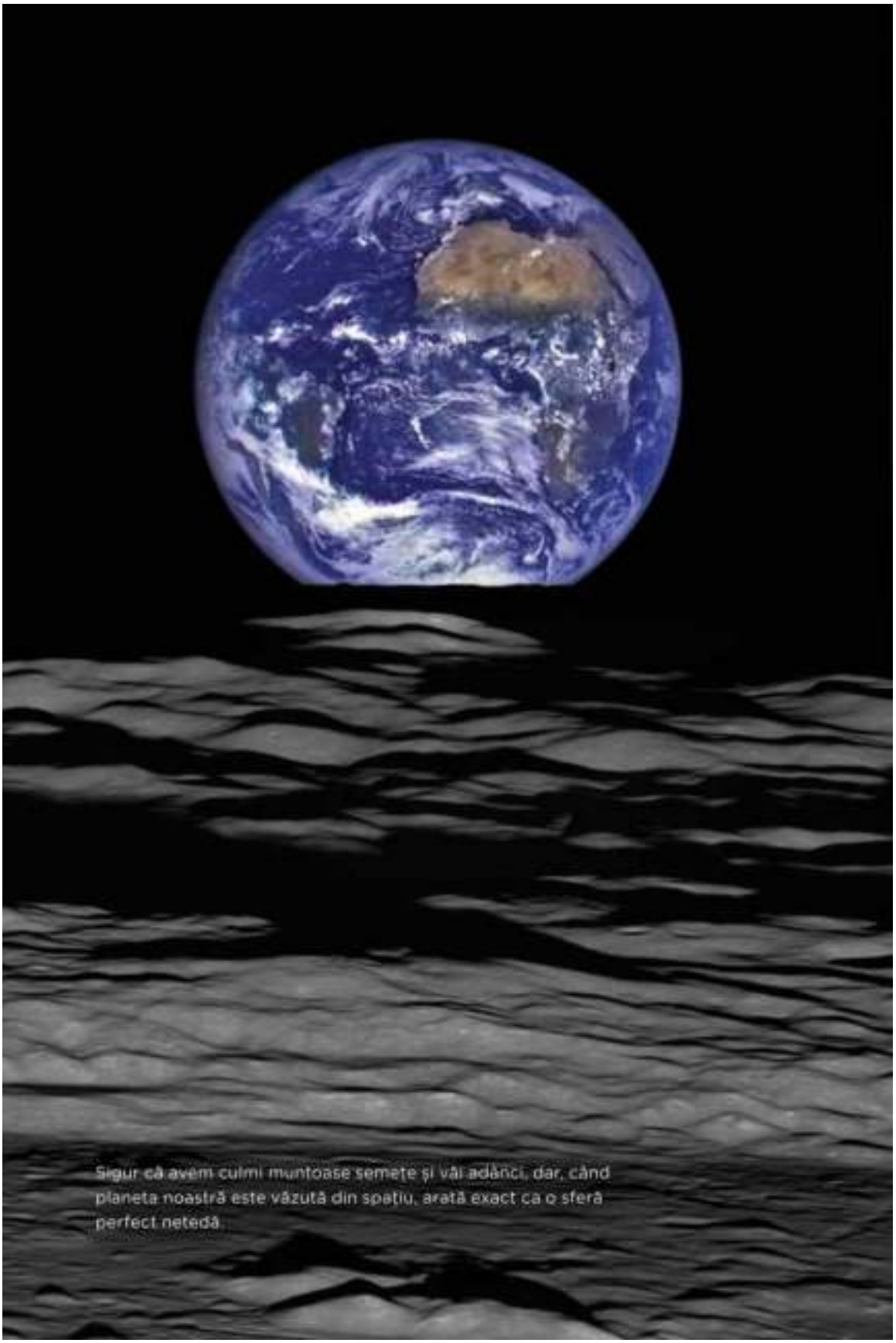
Înainte de a te entuziasma de cât de maiestuoși și extraordinari sunt munții noștri, trebuie să știi că, în comparație cu alte planete, Pământul are o suprafață destul de netedă. În ochii omuleților care se cațără pe Himalaya, munții noștri par gigantici. În ochii unui puști de la oraș, cum eram eu, un deal nițel mai mare poate părea enorm. Ai crede că, văzut de la distanță, Pământul ar trebui să arate

parcă plin de cucuie, din cauza lanțurilor muntoase foarte înalte. Ca obiect cosmic însă, Pământul este remarcabil de neted. Dacă tu ai avea un deget ultra-super-extra-gigantic și ai pipăi cu vârful lui suprafața Pământului (cu tot cu oceane), ți s-ar părea că la atingere e fix la fel de neted ca o bilă de biliard. Globurile pământești care au porțiuni ridicate în dreptul lanțurilor muntoase ale Pământului sunt niște exagerări totale ale realității. În ciuda faptului că are munți și văi, precum și că este ușor turtit de la un pol la celălalt, Pământul arată ca o sferă perfectă când este văzut din spațiul cosmic.

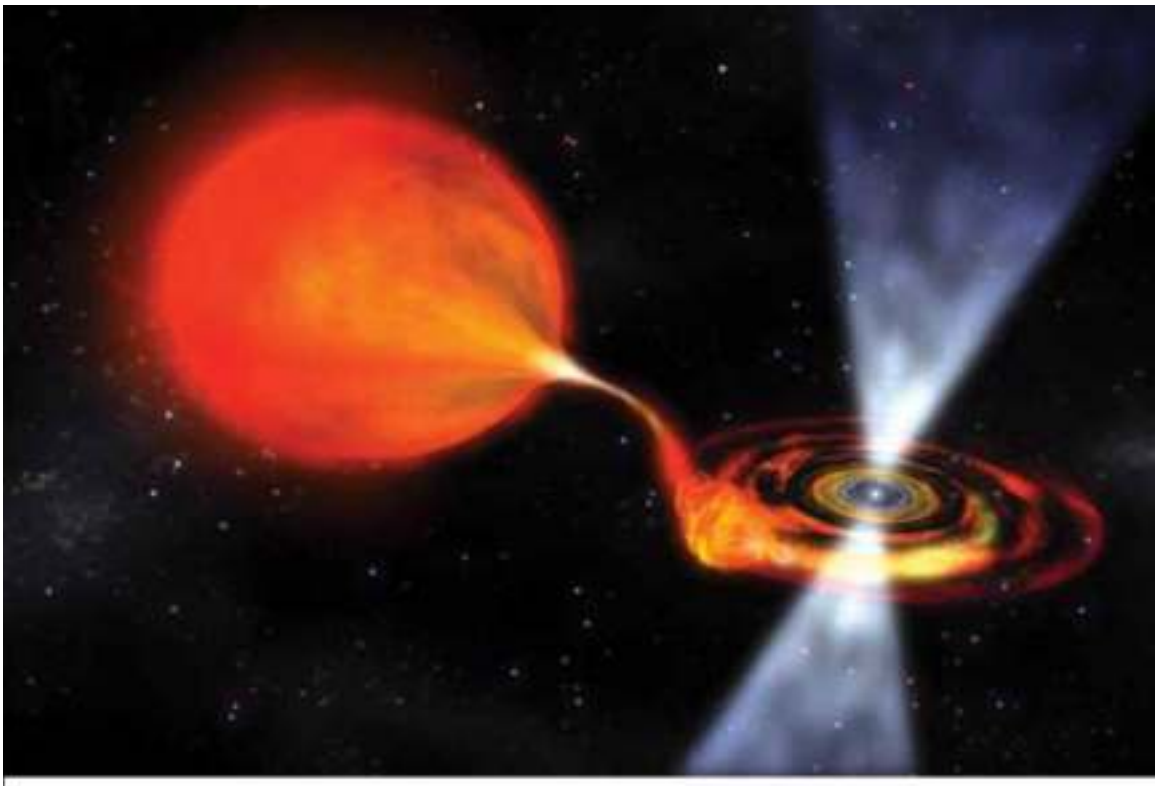
Munții Pământului sunt mititei și când îi comparăm cu alți munți din sistemul solar. Cel mai mare munte de pe Marte, Olympus Mons (Muntele Olimp), are o înălțime de 19 812 metri și o lungime la bază de peste 480 de kilometri. Muntele McKinley din Alaska pare un mușuroi de furnici pe lângă el. Everestul nu-i ajunge nici până la jumătate.

Ce zici? Nu-i cinstit? Cum au putut marțienii să fie atât de norocoși? Rețeta cosmică de făcut munți e simplă: cu cât gravitația de la suprafața unui obiect este mai redusă, cu atât mai sus pot să ajungă munții lui. Muntele Everest este cam cât de înalt se poate ridica un munte pe Pământ înainte ca straturile de rocă de la bază să se sfărâme sub greutatea lui. Dacă ar fi mai înalt, gravitația l-ar trage în jos.

Marte, în schimb, are o gravitație mult mai scăzută decât Pământul. Un puști de clasa a patra care are 18 kilograme n-ar cântări decât vreo 12 kilograme pe Marte. Pentru că există mai puțină gravitație, munții pot crește mai înalți, și tocmai de aceea Olympus Mons se ridică atât de sus.



Sigur că avem culmi muntoase semețe și văi adânci, dar, când planeta noastră este văzută din spațiu, arată exact ca o sferă perfect netedă.



Steaua neutronică rotitoare din această imagine a unui sistem binar, realizată de un artist grafic, aspiră materie din vecina ei muribundă, o gigantă roșie licăritoare.

Stelele care împodobesc noaptea un cer senin sunt și ele rotunde. Sunt baloane uriașe și masive de gaze, pe care gravitația le-a modelat în formă de sfere aproape perfecte. Dar, dacă o stea se apropie prea mult de un alt obiect a cărui gravitație este puternică, obiectul cu pricina începe să smulgă fâșii din stea. Așa se întâmplă de obicei cu stelele binare, perechile de stele legate laolaltă de gravitație, mai ales când una dintre ele este o gigantă roșie — o stea enormă muribundă. Cealaltă stea din pereche începe să aspire bucăți din materialul din care este făcută giganta roșie, deformând-o.

Ei, și-acum chiar că o devină ciudat.

Imaginează-ți cum ar fi să îndeși vreo sută de milioane de elefanți într-un tub de balsam de buze ChapStick.

Ca să ajungi la o asemenea densitate, trebuie să te străduiești din greu. Înăuntrul atomilor, protonii și neutronii stau îngrămădiți în centru, pe când electronii orbitează pe afară. Între acești electroni rotitori și centrul ticsit al atomilor există un spațiu gol. Ca să poți îndesa toți acei elefanți într-un tub de balsam de buze, trebuie să comprimi întreg spațiul dintre electroni și centrul atomilor. Procedând așa, vei zdrobi aproape toți electronii (cu sarcină electrică negativă) de protoni (cu sarcină electrică pozitivă), ceea ce va rezulta într-un ghem de neutroni (cu sarcină electrică neutră).

Fă cunoștință cu pulsarul, încă unul dintre obiectele mele cosmice preferate. Deși făcut din nori de gaz, nu elefanți, este la fel de dens ca în exemplul nostru cu pahidermele în tubul de balsam și are o gravitație absolut dementă la suprafață! Pe un pulsar, un munte nu va crește, probabil, mai înalt decât grosimea acestei pagini. Dar, din cauza gravitației, ca să urci pe acea minusculă ridicătură ai avea nevoie de mai multă energie decât i-ar trebui unui alpinist de pe Pământ ca să escaladeze un perete stâncos înalt de 4 800 de kilometri!

Ne așteptăm ca pulsarii să fie sferele care au în cea mai mare măsură o formă perfectă din univers.

Galaxiile sunt organizate în roiuri, iar forma acestor roiuri variază. Unele arată parcă zdrențuite, altele se întind ca niște fire lungi și subțiri. Iar altele parcă sunt niște cearșafuri întinse. Dar splendidul Coma, roiul de galaxii cu care am

făcut cunoștință în capitolul despre materia întunecată, formează o sferă minunată.

Roiul Coma este și ceea ce noi numim un sistem „relaxat". Te rog, rezistă tentației de a-ți imagina un grup de galaxii tolănite pe spate și ascultând muzică de jazz. Genul de „relaxare" la care mă refer este complet diferit. Înseamnă multe lucruri, inclusiv faptul că poți estima masa sistemului prin studierea vitezei și a sensului de deplasare ale galaxiilor care se mișcă înăuntrul lui. Totuși, nu trebuie neapărat să vezi

Această stea neutronică, un pulsar pe nume Vela, se învârte mai repede decât elicele unui elicopter.

toate obiectele de masă mare. Prin urmărirea acestor galaxii, oamenii de știință pot și să estimeze câtă materie nevăzută sau „întunecată" se ascunde în sistem, modificând felul în care se mișcă galaxiile.

Tocmai din aceste motive, sistemele relaxate constituie mijloace excelente de cercetare a materiei întunecate. Dă-mi voie să fac o afirmație și mai categorică: dacă n-ar fi sistemele relaxate, ar fi fost foarte posibil ca noi să nu ne fi dat seama că materie întunecată există peste tot în univers.

Sfera cea mai mare și cu adevărat perfectă dintre toate este universul observabil, adică acea parte din cosmos pe care putem s-o vedem cu telescoapele noastre.

În orice direcție ne uităm, galaxiile se îndepărtează în viteză de noi. Cu cât o galaxie se află la mai mare distanță, cu atât mai repede se mișcă. Există o distanță în toate direcțiile, față de noi, la care obiectele se îndepărtează la fel de repede ca viteza luminii. La o asemenea distanță, și mai departe decât atât, lumina emisă de obiecte cum sunt stelele își pierde toată energia până să ajungă la noi. Traversând cosmosul în permanentă expansiune, lumina devine foarte subțiată și estompată. Iar dacă lumina venită de la aceste obiecte nu poate ajunge la noi, atunci ele nu mai sunt observabile. Și, dat fiind că limitele acestea se întind în toate direcțiile, ele formează o sferă.

Universul de dincolo de această „margine" sferică rămâne invizibil pentru noi și, din câte ne putem da noi seama, imposibil de cunoscut. Ceea ce n-ar trebui totuși să te împiedice să te întrebi ce s-ar putea oare să fie acolo, în marele spațiu de dincolo.

# 9.

# Universul invizibil

În ziua de 11 noiembrie 1572, astronomul danez Tycho Brahe ieșise să-și facă plimbarea de seară când a observat pe cer un obiect nou și spectaculos. Brahe, care își pierduse mai demult o parte din nas, retezat în timpul unui duel, nu folosea telescoape ca să studieze stelele. Și nici ceilalți astronomi din epoca lui. Totuși Brahe privea înalturile cerului de suficient de mult timp ca să-și dea seama că acel obiect era un nou-venit pe cerul nopții.

Ceea ce a zărit Brahe în noaptea aceea era o stea în plină explozie — o supernovă.

Majoritatea supernovelor apar în galaxiile îndepărtate, dar când o stea explodează în propria noastră galaxie, Calea Lactee, este suficient de strălucitoare încât s-o vadă oricine, chiar și fără un telescop. Într-adevăr, magnifica lumină vizibilă a acelei explozii din 1572 a fost raportată în lung și-n lat. Un alt eveniment similar, adică tot o supernovă, a făcut la fel multă senzație în 1604. Din păcate, acestea au fost ultimele

## Nasul lui Tycho

Faimosul astronom Tycho Brahe și-a pierdut nasul într-un duel, dar nu așa, unul oarecare. Se pare că lupta a pornit de la o ceartă în legătură cu matematica. De asemenea, Brahe locuia într-un castel și avea drept animal de companie un elan — animalul acela nordic cu coarne. Cât privește nasul fals pe care l-a purtat aproape toată viața, se zvonea că ar fi fost făcut din argint sau aur, dar oamenii de știință care au dezgropat rămășițele pământești ale faimosului savant, în urmă cu câțiva ani, au găsit urme de alamă în jurul oaselor nasului. Există și zvonul — în continuare neconfirmat — că s-ar putea să fi fost asasinat. Eu vă asigur, prieteni, că viața unui astrofizician modern nu este nici pe departe atât de dramatică.

două mari spectacole cu supernove în rolul principal găzduite de galaxia noastră.

În ziua de azi ne bizuim pe telescoape puternice ca să studiem stelele explozive din părțile îndepărtate ale universului. Fiecare fărâmă de informație pe care un telescop i-o furnizează astrofizicianului vine spre Pământ pe o rază de lumină. Dar supernovele nu emit numai lumină vizibilă, de genul convenabil pentru ochiul uman — o parte din lumina pe care o trimit spre noi este invizibilă ochilor noștri.

Telescoapele noastre moderne pot să capteze toate tipurile de lumină și, fără ele, astrofizicienii nu ar avea absolut deloc habar despre unele chestii din univers, atât de tari, că-ți stă mintea-n loc!

Înainte de anul 1800, cuvântul „lumină" se referea numai la lumina vizibilă ochiului omenesc. Dar pe la începutul acelui an, astronomul englez William Herschel, deja bine cunoscut pentru că descoperise planeta Uranus în 1781, studia relația dintre lumina solară, culoare și căldură. Herschel a început prin a așeza o prismă — un instrument făcut din sticlă, care separă culorile din alcătuirea luminii — în calea unei raze de soare. Nimic nou până aici. Sir Isaac Newton făcuse același lucru hăt, în anii 1600, ceea ce a dus la denumirea de către Newton a celor șapte bine cunoscute culori ale curcubeului: roșu, oranj (portocaliu), galben, verde, albastru, indigo și violet.

Newton folosise prisma ca să separe o rază de lumină în culorile sale componente, dar Herschel a fost îndeajuns de curios ca să se întrebe dacă nu cumva temperatura fiecărei culori va fi diferită de a celorlalte. Așa că a pus termometre în diverse zone ale curcubeului. Bineînțeles, el a arătat că fiecare culoare avea o altă temperatură. Lumina roșie era mai caldă decât cea violetă, de exemplu.

Dar a mai făcut ceva: a pus un termometru și în afara culorilor, dincolo de lumina roșie. Bănuiala lui era că termometrul nu va arăta altceva decât temperatura camerei. Dar nu asta s-a întâmplat. Temperatura acelui termometru a crescut chiar mai mult decât cea a termometrului așezat în zona luminii roșii. Ceea ce însemna că raza de lumină

## ROGVAIV

Un truc foarte simplu pentru memorarea ordinii culorilor este să luăm prima literă a denumirii fiecăreia și să ne gândim că e numele cuiva: domnul Rogvaiv. Sigur, domnul Rogvaiv nu poate fi decât un personaj imaginar, dar eu am așa, ca o bănuială, că s-ar putea să aibă o mustață impozantă și, eventual, să meargă în baston.

ascundea un nou tip de lumină, pe lângă culorile pe care le studia Herschel.

O rază de lumină invizibilă.

Herschel descoperise accidental lumina „infra" roșie, o parte nouă-nouță a ceea ce noi numim spectrul electromagnetic — o variantă mai extinsă a curcubeului, care cuprinde atât lumina vizibilă, cât și lumina invizibilă. Alți cercetători curioși au preluat imediat problema de acolo de unde o lăsase Herschel. În 1801, un fizician german a găsit dovada existenței unei lumini invizibile imediat lângă culoarea

violet, ultima din spectrul vizibil. Ce este dincolo de violet? Lumina „ultra" violetă, pe care azi o numim de obicei UV.

Ca să completăm tot spectrul, în ordinea crescătoare a energiei și frecvenței, avem undele radio, microundele, infraroșiile, ROGVAIV, ultravioletele, razele X și razele gama. Deși multe dintre aceste forme de lumină au fost ceva nou și neobișnuit pentru oamenii de știință din alte timpuri, astăzi noi am învățat să le folosim și să le studiem pe toate.

Din nu se știe ce motiv misterios, astrofizicienii nu s-au prea grăbit să construiască niște telescoape cu care să poată vedea toate aceste forme de lumină invizibilă ochiului liber. Timp de peste trei secole, oamenii de știință au văzut telescopul doar ca pe un mod de a-și întări capacitatea limitată a ochiului omenesc — ca un fel de ochelari cosmici. Cu cât e telescopul mai mare, cu atât poate aduce în câmpul nostru vizual obiecte mai îndepărtate; cu cât oglinzile lui sunt mai perfecționate, cu atât mai clară va fi imaginea pe care o oferă telescopul. Dar aceste noi forme de lumină aveau nevoie de niște aparate noi. Detectarea razelor X, de exemplu, nu se poate face decât cu niște oglinzi supernetede. Dacă vrei să captezi unde radio lungi, detectorul tău nu are nevoie să fie chiar atât de precis, dar trebuie să fie cât îți permite buzunarul să-l faci de mare.

Supernovele emit tot soiul de raze de lumină vizibilă și invizibilă, dar nicio combinație de telescop cu detector nu le poate vedea pe toate în același timp. Soluția la această problemă este simplă: adunăm imagini de la mai multe telescoape și le însăilăm laolaltă. Deși nu putem „vedea" lumina invizibilă, putem aloca anumite culori diferitelor tipuri de lumină, creând o imagine care să combine

rezultatele provenite de la toate telescoapele și detectoarele folosite.

Exact asta am făcut eu pentru prietenul meu Superman. În banda desenată, vreau să spun. Când ne vizitează, pe mine și pe colegii mei de la Planetariul Hayden, eu îi explic că nu ne-am mulțumit să adunăm informații cu telescoapele noastre, ci, pentru a putea observa ce s-a întâmplat când a murit soarele planetei lui natale, am cerut tuturor observatoarelor astronomice de pe cuprinsul lumii să-și îndrepte instrumentele spre planeta lui Superman. Să strângi toate informațiile culese de atât de multe telescoape și detectoare și să le lipești sub forma unei singure imagini vizibile este o muncă monumental de dificilă. În povestea din banda desenată, de fapt, a fost o sarcină prea grea pentru computerele planetariului. Așadar, Superman însuși — a cărui minte se pare că este și ea un fel de supercomputer — adună la un loc toate informațiile, revelând în final o imagine a soarelui său care explodează în lumină vizibilă, infraroșie și alte forme de lumină.

Ei, da, știu că oamenii se dau în vânt după toată povestea cu gloanțele care nu pot să pătrundă prin pielea lui Superman, cu laserele din ochi, cu zburatul prin aer. Dar să procesezi atât de multe date astrofizice, mai repede decât un supercomputer?!

Asta, da, putere *adevărată!*

Primele telescoape construite pentru a căuta în cosmos lumina invizibilă au fost radiotelescoapele, care sunt un tip uluitor de observator astronomic. Între anii 1929 și 1930, inginerul american Karl G. Jansky a construit primul

asemenea radiotelescop care să funcționeze cu succes. Arăta un pic cam ca un sistem de irigații cu sprinklere mobile de la o fermă agricolă fără fermieri. Alcătuit dintr-o serie de cadre metalice înalte și dreptunghiulare, se rotea pe loc ca un carusel, dar pe niște roți făcute din piese de schimb de la automobilele Ford T, un model foarte popular cu câțiva ani înainte. Jansky construise toată acea drăcie cu lungimea de 30 de metri ca să capteze o lungime de undă de vreo 15 metri.

La vremea respectivă, oamenii de știință credeau că undele radio nu pot să provină decât de la furtunile locale sau din alte surse de pe Pământ. Dar Jansky, folosindu-și ciudățenia de antenă, a descoperit că undele radio pot fi detectate ca având drept sursă și centrul galaxiei Calea Lactee. Odată cu această observație s-a născut radioastronomia.

În sfârșit, oamenii de știință priveau cerul și în căutarea altor lucruri decât lumina vizibilă.

Radiotelescoapele moderne sunt uneori de-a dreptul colosale. MK 1, care a intrat în funcțiune în 1957, este primul radiotelescop cu adevărat gigantic al planetei — o singură antenă rotundă, orientabilă, din oțel masiv, cu diametrul de 76 de metri, instalată la Observatorul Jodrell Bank de lângă Manchester, în Anglia. Cel mai mare radiotelescop din lume, finalizat în 2016, este numit „Five-hundred-meter Aperture Spherical radio Telescope" (radiotelescopul cu deschiderea de 500 de metri) sau, prescurtat, FAST. A costat 180 de milioane de dolari, a fost construit în provincia Guizhou din China și are o suprafață mai mare decât 30 de terenuri de fotbal american la un loc.

Dacă extratereștrii ne vor da vreodată un telefon, chinezii vor fi primii care vor prinde de veste.

Telescopul MK 1, cu diametrul de 76 de metri, instalat în Anglia, a început să caute unde radio în 1957.

În căutare de microunde avem cele 66 de antene de la ALMA („Atacama Large Millimeter Array"), complexul de observare amplasat într-o zonă izolată din Chile, în munții Anzi din America de Sud. ALMA le permite astrofizicienilor să urmărească activități cosmice care nu se pot vedea cu alte telescoape. Putem să ne uităm cum norii gigantici de gaz se transformă în „pepinierele" unde se nasc stelele.

Complexul ALMA este intenționat amplasat în cel mai arid peisaj de pe Pământ — la o altitudine de peste 5 000 de metri față de nivelul mării și mult deasupra norilor foarte plini de apă. Vaporii de apă din atmosfera Pământului

mestecă și înghit semnalele cu microunde pe care ALMA și alte detectoare încearcă să le capteze. Astrofizicienii vor ca aceste semnale să ajungă la telescoapele noastre cu cât mai puține interferențe posibil. Deci, dacă vrei observații curate asupra obiectelor cosmice, trebuie să reduci la minimum cantitatea de vapori de apă dintre telescopul tău și univers, exact cum a făcut ALMA.

În general vorbind, o zonă cu un cer uscat și fără nori, departe de marile orașe, este locul ideal de unde să observi universul. Era principalul motiv care făcea ca destinația mea preferată pentru vacanța de vară din copilărie, tabăra Camp Uraniborg, să fie amplasată în deșert.

Am vorbit până aici despre undele radio lungi și despre microunde. La capătul celălalt al spectrului, cel al lungimilor de undă ultrascurte, vom găsi razele gama cu înaltă frecvență și mare încărcătură de energie. Descoperite în 1900, ele nu au fost detectate din spațiu decât după ce a fost amplasat un nou tip de telescop la bordul satelitului *Explorer XI*, lansat de NASA în 1961.

Oricine citește prea multe cărți de benzi desenate știe că razele gama sunt nocive pentru oameni. Un experiment cu raze gama care a mers prost se pare că ar fi fost cauza care l-a transformat pe savantul Bruce Banner în Hulk, musculosul verde și turbat de furie din seria de filme „Răzbunătorii" (*Avengers*). Dar razele gama sunt și greu de prins. Ele trec fluierând prin lentilele și oglinzile obișnuite. Așadar, în loc să încerce să le capteze direct, măruntaiele telescopului de pe *Explorer XI* au cuprins un dispozitiv care să înregistreze dovada trecerii în goană a razelor gama prin telescop.

## Supereroul care-mi place cel mai puțin

Nu, razele gama nu te vor transforma într-un monstru verde și gigantic. Dar nu asta mă deranjează pe mine la Hulk, științific vorbind. Când Bruce Banner, un bărbat de statură mijlocie, se transformă în Hulk, se face înalt de 2 metri și 70 de centimetri și ajunge să cântărească sute de kilograme. Dacă nu mai mult. Banner își mărește masa — ceea ce este o încălcare a legilor fizicii. Nu poți câștiga masă așa, din senin. Presupun că ar putea să ia energie pe care s-o transforme în toată această nouă materie cu care-și mărește corpul, dar, dacă ar fi pe-așa, probabil că ar lăsa fără curent tot orașul din jur.

Doi ani mai târziu, Statele Unite au lansat o nouă serie de sateliți, botezați *Vela*, care să caute fascicule de raze gama.

Statele Unite se temeau că Uniunea Sovietică testează noi arme nucleare foarte periculoase. Niște teste de acest fel eliberează raze gama, așa că Statele Unite au trimis sateliții să caute dovezile corespunzătoare. Sateliții *Vela* chiar au găsit emisii bruște de raze gama, aproape zilnic. Dar nu Rusia era de vină. Semnalele cu raze gama veneau de la exploziile care se produceau peste tot în univers.

În ziua de azi, telescoapele caută să găsească lumină în fiecare parte invizibilă a spectrului luminos. Putem acum să observăm unde radio de joasă frecvență cu lungimea de 12 metri de la un punct de maxim al undei la următorul. Putem studia raze gama cu înaltă frecvență care nu sunt mai lungi decât o cvadrilionime de metru — o distanță inimaginabil de mică între vârful unei ondulații și următorul.

Pentru astrofizician, aceste telescoape sunt instrumente cu care caută răspunsuri la tot felul de întrebări. Ești curios cât de mult gaz stă la pândă printre stelele din galaxii? Radiotelescoapele pot să-ți spună. Te interesează radiația cosmică de fond și Big Bangul? Telescoapele pentru microunde sunt esențiale. Vrei să arunci o privire mai adânc înăuntrul norilor de gaz galactici, ca să studiezi cum iau naștere stelele? Telescoapele pentru infraroșu te vor ajuta. Dar examinarea găurilor negre? Cele mai bune sunt telescoapele pentru ultraviolete și raze X. Vrei să privești explozia ultraenergetică a unei stele-gigant? Poți să prinzi toată acțiunea plină de dramatism printr-un telescop cu raze gama.

Pe vremea lui Tycho Brahe mai erau încă atât de multe lucruri de descoperit! Dar eu prefer să fiu un observator al cerului de azi, și asta nu numai pentru că este o epocă nițel mai civilizată și pentru că nimeni n-a încercat să-mi reteze nasul. Este o epocă fantastică pentru a fi astrofizician, deoarece știm deja că unele dintre cele mai interesante lucruri care se petrec în univers sunt invizibile.

Și putem să le vedem pe toate.*

* Cu excepția materiei întunecate. Dar vom ajunge și acolo.

# 10.

# Prin cartierul nostru solar

Un extraterestru care s-ar uita la sistemul nostru solar ar putea trage concluzia că acesta pare cam pustiu. Soarele, toate planetele și lunile lor ocupă o frântură minusculă din sistemul solar. Dar sistemul nostru solar nu e gol. Nici pe departe! Spațiul dintre planete conține tot soiul de roci colțuroase, bolovani și pietricele, mingi de gheață, praf, fascicule de particule cu sarcină electrică și sonde spațiale trimise la mari depărtări.

Sistemul nostru solar este atât de ne-gol, încât Pământul, înaintând grăbit pe propria orbită, trebuie să-și facă drum anevoie printre sute de tone de meteoriți pe zi — majoritatea nu mai mari decât un grăunte de nisip. Aproape toți iau foc și ard în stratul superior al atmosferei Pământului, care înconjoară planeta noastră. Acești meteoriți se izbesc de atmosferă cu atât de multă energie, încât se vaporizează la contact. Ceea ce este un lucru bun. Fără acest înveliș protector de aer, strămoșii noștri riscau să fie distruși de

bolovanii veniți din spațiu înainte măcar ca noi să putem evolua în pasionații postărilor de poze personale pe Instagram care suntem astăzi.

Meteoriții ceva mai mari, cât mingiuțele de golf, se sfărâmă deseori în numeroase bucăți mai mici, înainte să se evapore. Meteoriții și mai mari sunt arși zdravăn la suprafață când trec razant prin atmosferă, dar altfel reușesc să ajungă pe pământ intacți. Devreme în istoria planetei noastre, cădea pe sol atât de mult gunoi spațial, încât energia rezultată din

## Voyager 1 și Voyager 2

Lansate în 1977, aceste sonde spațiale gonesc prin spațiu de atunci încoace. În 2012, *Voyager 2* a devenit prima sondă spațială făcută de mâna omului care a părăsit sistemul solar. *Voyager 1*, prezentat în această fotografie, nu se lasă mai prejos. Poți să le urmărești înaintarea aici: https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/status/.

impact a dus la topirea scoarței terestre, adică stratul exterior al Pământului.

O ditamai bucata de gunoi spațial a dus la formarea Lunii noastre. Dovezile indică faptul că un obiect de mărimea planetei Marte s-a izbit pieziș de tânăra noastră planetă. Coliziunea oblică a împrăștiat praf și frânturi de rocă, trimițându-le pe orbită în jurul Pământului. Treptat, toate aceste rămășițe s-au lipit laolaltă, formând frumoasa noastră Lună cu densitate mică.

Pământul nu a fost singurul obiect bombardat de roci venite din spațiu. Numeroasele cratere vizibile pe suprafața Lunii și a lui Mercur sunt dovada unor coliziuni din trecut. Spațiul cosmic e plin cu roci de toate mărimile, care au fost aruncate de pe Marte, Lună și Pământ, când suprafețele acestora au fost lovite de obiecte venite cu mare viteză. Cam 1 000 de tone de pietroaie marțiene potopesc Pământul în fiecare an. Probabil că aceeași cantitate vine pe Pământ dinspre Lună. Deci poate că nici n-ar fi fost nevoie să

## Bani buni din roci spațiale

Majoritatea meteoriților se prăbușesc în oceane, pentru că apa acoperă 72% din suprafața planetei noastre. Dar colecționarea meteoriților este un obicei care stârnește pasiuni, iar uneori devine costisitor. Un vânător de meteoriți i-a numit odată pe aceștia „bani căzuți din cer" — roca spațială potrivită poate cu siguranță să-ți aducă niște bani buni. În 2012, cineva a vândut un bolovan de pe Lună cu suma de 330 000 de dolari.

trimitem astronauți pe Lună, ca să aducă înapoi roci selenare. Vin și singure destule.

Majoritatea asteroizilor din sistemul solar își fac veacul în marea centură de asteroizi — o zonă aproximativ plată dintre orbita lui Marte și cea a lui Jupiter. Semănând mai degrabă cu o gogoașă-ineluș turtită, această zonă este deseori reprezentată grafic ca o regiune plină cu roci care se înghesuie unele în altele și au un traseu șerpuit. Oricare dintre aceste grupuri de asteroizi, în total probabil vreo câteva mii, ar putea într-o zi să se izbească de Pământ. Majoritatea se vor lovi de planeta noastră în următoarea sută de milioane de ani. Cei care depășesc un kilometru în diametru vor produce o coliziune care degajă suficientă energie încât să pună în pericol de extincție majoritatea speciilor terestre.

Ceea ce ar fi foarte rău.

Cometele prezintă și ele un risc la adresa vieții de pe Pământ. Cea mai cunoscută dintre ele, cometa Halley, poate fi văzută străbătând cerul nopții o dată la aproximativ 75 de ani. Această bucată enormă de gheață și stâncă este mai bătrână decât Pământul însuși, iar ultima dată a apărut în 1986. Dacă ar fi să se lovească de planeta noastră, ar face-o cu forța a 10 milioane de erupții vulcanice.

Ceea ce de asemenea ar fi foarte rău.

Dar cometa Halley nu se va întoarce înainte de anul 2061, iar atunci nu va trece suficient de aproape de noi încât să pună capăt civilizației. Dacă tu mai ești pe aici, și nu prea ocupat să te pregătești pentru vacanța rezervată într-un hotel de pe Lună sau să-ți repari robotul care se ocupă de toate în gospodăria ta, îți sugerez să găsești din timp un telescop decent.

Mult dincolo de Centura Kuiper, întinzându-se până la jumătatea drumului spre cele mai apropiate stele, se află un grup de comete care poartă numele de Norul Oort. Această zonă este responsabilă pentru cometele cu perioadă lungă — acele comete a căror orbită este atât de mare, încât au nevoie de mai mult decât o viață de om ca să facă o rotație completă. Cele mai strălucitoare două comete din anii 1990, Hale-Bopp și Hyakutake, proveneau din Norul Oort. Ele nu se vor mai întoarce prea curând, deci ți-ai ratat ocazia să le vezi. Dar eu îți pot da cuvântul meu că erau uluitoare! Hyakutake strălucea atât de puternic, încât o puteai vedea (fără telescop) din mijlocul lui Times Square din New York City.

Ultima dată când am ținut socoteala, erau 56 de luni printre planetele sistemului solar. După care m-am trezit într-o dimineață și am aflat că mai fuseseră descoperite încă 12 în jurul lui Saturn. Moment în care am hotărât să nu le mai țin socoteala. Singurul lucru de care îmi pasă acum e dacă vreuna dintre ele ar fi un loc distractiv de vizitat sau de studiat. Și îmi pot veni în minte cel puțin câteva candidate. Din unele puncte de vedere, lunile sistemului solar sunt mult mai fascinante decât planetele în jurul cărora gravitează.

Pe Titan, cea mai mare lună a planetei de pe locul al doilea în lista preferatelor mele, există pârâiașe care se varsă în râuri, iar acestea se varsă în niște lacuri gigantice. Lichidul din aceste lacuri nu este apă, ci metan, și noi, pământenii, am trimis o sondă spațială care să studieze această lună. La o privire mai atentă și de mai aproape, fără îndoială că se vor revela și mai multe detalii fascinante.

Lunile mele preferate s-ar putea să fie cele care gravitează în jurul planetei Jupiter. Acest sistem este plin de chestii excentrice. Io, luna lui Jupiter cea mai apropiată de planetă, este locul cel mai activ din punct de vedere vulcanic din tot sistemul solar și mult prea fierbinte ca să poată fi vizitat. Altă lună a lui Jupiter, Europa, este acoperită cu gheață, deci nici acolo n-ar fi locul ideal de petrecut o vacanță. Dar, dacă e vorba de căutarea unor forme de viață extraterestră, este unul dintre cele mai interesante locuri din tot sistemul solar. Într-un clasament din toate timpurile al celor mai bune locuri de căutat forme de viață, aici ar fi al doilea loc.

La prima vedere, astrofizicienii s-ar putea să nu aleagă Europa ca mediu propice vieții. De regulă, noi ne uităm după planete și luni aflate într-o zonă Goldilocks — despre care am vorbit în Capitolul 1. Tânăra noastră blondă și băgăreață din poveste nu voia să-i fie terciul nici prea cald și nici prea rece, iar astrofizicienii au fix aceeași preferință în privința planetelor apte să susțină viața. Noi ne uităm după zone care să nu fie prea aproape de steaua imediat învecinată, fiindcă altfel s-ar evapora toată apa de la suprafața lor, și noi știm că apa lichidă este esențială pentru viață. Dar ia să ne aventurăm prea departe de steaua-gazdă — Soarele, în cazul Europei —, și apa va îngheța. Locul ar fi prea rece. Ce încercăm noi să găsim sunt planete din categoria celor nici prea calde, nici prea reci.

Europa se află dincolo de Zona Goldilocks și suprafața ei înghețată nu arată ca un loc propice pentru viață. Dar se vede treaba că Europa nu are nevoie de Soare. Pe măsură ce se rotește în jurul lui Jupiter, această lună își schimbă forma, fiindcă atracția gravitațională a planetei o apasă și îi dă drumul periodic, de-a lungul unui ciclu de

## Misiunea spre Europa

Toți vrem să mergem pe Europa. Punct. Potențialele descoperiri științifice sunt fenomenale! Dar am avea nevoie mai întâi să rezolvăm niște probleme tehnice extraordinare. În primul rând, ar trebui să trimitem o navă spațială acolo. Apoi, nava aceasta sau o navetă mai mică pe care am băgat-o înăuntrul celei mai mari ar trebui să coboare de pe orbită pe suprafața înghețată a Europei. Pe urmă ar trebui să facem pe pescarii la copcă. Pătura de gheață care acoperă oceanul este probabil groasă de peste 1,6 kilometri și ar trebui să facem un tunel sau măcar un puț mare, ca să ajungem la apa de dedesubt. În continuarea misiunii, ar fi nevoie de încă o navă mai mică sau de un submarin, care să poată înota prin toată apa aceea, să culeagă informații și să le trimită înapoi la noi, oamenii de știință nerăbdători care așteaptă pe Pământ. O provocare majoră, într-adevăr. Dar încearcă să-ți închipui ce-am putea găsi!

revoluție. Acest proces de comprimare și destindere practic pompează energie în luna Europa, încălzind apa de sub suprafața de gheață a oceanului. Nu există niciun motiv să credem că această apă caldă nu există acolo de miliarde de ani. Dacă vrem să găsim viață și altundeva decât pe planeta noastră, Europa ar trebui să fie următoarea noastră destinație.

Prin tradiție, planetele sunt botezate după zei romani, iar lunile planetelor, după personalități din mitologia Greciei antice. Zeii clasicismului au avut niște vieți sociale foarte complicate, deci nu ducem lipsă de personaje. Singura excepție de la această regulă se aplică lunilor lui Uranus, care sunt botezate după un asortiment de personaje din piese de teatru și poeme britanice. În loc de Europa și Io, îi vei găsi pe Puck și pe Ariel, ambii fiind spiriduși din piesele lui Shakespeare. (Și nu bucățica aia de plastic dur negru în care dai cu crosa de hochei și nici vreo mică sirenă!)

În 1781, William Herschel, savantul care a descoperit lumina invizibilă, a devenit și primul om care să descopere o planetă în afară de cele pe care le putem vedea cu ochii noștri. Se pregătea s-o boteze după regele britanic, sub oblăduirea căruia slujea cu credință. Dacă ar fi reușit, lista planetelor ar fi arătat așa: Mercur, Venus, Pământul, Marte, Jupiter, Saturn și George. Din fericire, câțiva ani mai târziu a fost adoptat numele clasic al lui Uranus, zeul cerurilor.

Deși planetele și lunile din sistemul nostru solar au fost deja botezate, au mai rămas destui asteroizi cărora să li se dea un nume. Cei care îi descoperă primesc dreptul de a le spune cum le place, iar eu sunt acum responsabil pentru câteva dintre gunoaiele spațiale ale sistemului solar. În noiembrie 2000, asteroidul 1994 KA din Marea Centură, descoperit de David Levy și Carolyn Shoemaker, a fost botezat, în cinstea

mea, 13123 Tyson. Cu toate că am apreciat gestul, nu prea sunt motive să mi-o iau în cap pe chestia asta: sumedenie de asteroizi au nume dintre cele mai banale, cum ar fi Jody, Harriet și Thomas. Ba există și asteroizi pe care îi cheamă Merlin, James Bond și Moșul. Ajunsă deja la sute de mii, numărătoarea asteroizilor s-ar putea să ne pună curând la încercare capacitatea de a le găsi un nume. Indiferent dacă va veni sau nu ziua aceea, eu sunt mulțumit că pietroiul meu cosmic nu este singurul care împestrițează cu resturi nefolositoare spațiul dintre planete.

De asemenea, mă bucur că, pentru moment, asteroidul meu nu se îndreaptă spre Pământ.

# 11.

# Cum ar arăta Pământul în ochii unui extraterestru

Ca să înțelegem cum ar apărea Pământul în ochii unui grup de extratereștri inteligenți de la mari depărtări, hai să aruncăm o privire la planeta noastră de la nivelul solului în sus și apoi în exterior.

Indiferent dacă preferi să alergi, să înoți, să mergi pe jos sau cu bicicleta dintr-un loc într-altul pe Pământ, te poți bucura de posibilitatea de-a vedea de foarte aproape nelimitatul stoc de lucruri care merită observate pe care îl posedă planeta noastră. Poți vedea un păianjen care prinde un fluture de noapte în capcana pânzei pe care a țesut-o răbdător; o picătură de apă cum se scurge de pe o frunză; un crab-eremit făcând cărare prin nisip; un coș obraznic pe nasul unui adolescent.

La nivelul solului, Pământul este de-o mare bogăție a detaliului. Tot ce trebuie să faci e să te uiți.

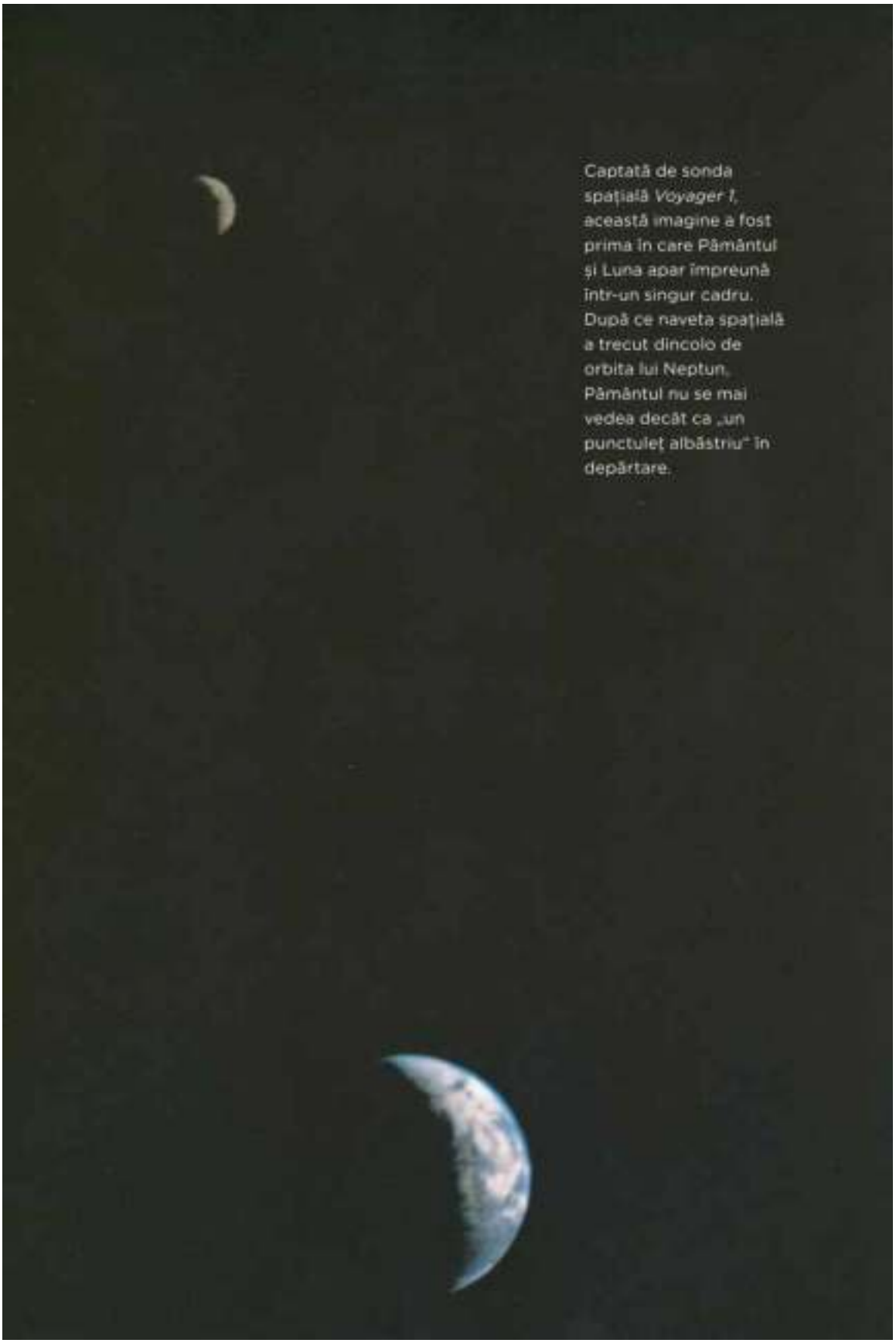
Acum hai să mergem în sus și să ne îndepărtăm. Dacă ne uităm prin hubloul unui avion care decolează, detaliile de la suprafață dispar cu repeziciune. Gata cu aperitivele pentru păianjeni. Gata cu crabii speriați. Gata cu coșurile. Ajunși la altitudinea de croazieră, cam la 11 000 de metri deasupra pământului, nici propriul oraș nu ți-l mai recunoști cu ușurință.

Detaliile continuă să dispară pe măsură ce te ridici în spațiu. Stația Spațială Internațională se află pe orbită la circa 400 de kilometri înălțime. Prin una dintre ferestrele ei se prea poate să vezi, pe timpul zilei, Parisul, Londra, New Yorkul și Los Angelesul, dar numai dacă ți-ai învățat temeinic lecțiile la geografie. Probabil că nu vei reuși să vezi piramidele egiptene de la Giza și cu siguranță nu vei vedea Marele Zid Chinezesc.

Dacă stai cu picioarele pe Lună, la 400 000 de kilometri depărtare, New Yorkul, Parisul și restul marilor orașe pline de lumini ale Pământului nu se vor vedea nici

## Fapt divers

Se poate vedea din spațiul cosmic Marele Zid Chinezesc? Nu! Deși Marele Zid Chinezesc are mii kilometri lungime, pe lățime nu măsoară decât vreo 6 metri — mult mai îngust decât autostrăzile din Statele Unite, pe care abia dacă le zărești cu greutate dintr-un avion care zboară la mare înălțime.



Captată de sonda spațială *Voyager 1*, această imagine a fost prima în care Pământul și Luna apar împreună într-un singur cadru. După ce naveta spațială a trecut dincolo de orbita lui Neptun, Pământul nu se mai vedea decât ca „un punctuleț albăstriu" în depărtare.

măcar cât o licărire fugară. Dar ai ce să vezi: mase mari de aer rece și alte tipuri de fronturi atmosferice majore care mătură suprafața planetei. Hai să zicem că te muți pe Marte, când acesta se află cel mai aproape de Pământ, adică la vreo 56 de milioane de kilometri depărtare. Lanțurile muntoase foarte înalte, cu vârfurile acoperite de zăpadă, și marginile continentelor Pământului ar fi vizibile printr-un telescop mare, din cele de montat în curtea unei case. Dar cam asta ar fi tot. N-ai putea să vezi că avem orașe.

Dacă te duci mai departe spre Neptun, la aproape 5 miliarde de kilometri distanță de Pământ, Soarele devine de o mie de ori mai palid în comparație cu felul cum îl vedem noi de pe Terra. Iar planeta noastră? E doar un punctuleț, cu nimic mai strălucitor decât o stea palidă, abia vizibil printre razele sclipitoare ale Soarelui.

Avem și dovada: în 1990, sonda spațială *Voyager 1* a făcut o fotografie a Pământului chiar de dincolo de orbita lui Neptun. Planeta noastră arată complet neînsemnată din adâncul spațiului: un „punctuleț albăstriu", cum i-a zis astrofizicianul american Carl Sagan. Ceea ce este mărinimos spus. Dacă ar fi să te uiți pe poza făcută de *Voyager 1*, probabil că nici nu ți-ai da seama că Pământul e și el pe-acolo.

Ce s-ar întâmpla, oare, dacă niște extratereștri cu creieri mari, din străfundurile cosmosului, ar scana cerurile cu telescoape ultraperfecționate? Ce trăsături vizibile ale planetei Pământ ar putea oare să detecteze?

Culoarea albastră. Ăsta ar fi primul și cel mai însemnat lucru. Peste două treimi din suprafața Pământului sunt acoperite de apă; numai Oceanul Pacific se întinde pe aproape o jumătate din planetă. Dacă acești extratereștri ar putea să detecteze culoarea planetei noastre, probabil și-ar

da seama că tot acest albastru are ca sursă apa. Și, cel mai probabil, ar fi foarte bine familiarizați cu apa. Care nu numai că pare să fie propice vieții. Este una dintre moleculele care se găsește din cea mai mare abundență în univers.

Dacă extratereștrii ar avea instrumente de cercetare realmente puternice, ar vedea mai mult decât un punctuleț albăstriu. Ar vedea și liniile de coastă, care dau clar de înțeles că apa este lichidă — din moment ce o planetă înghețată nu poate avea linii de coastă. Iar niște extratereștri deștepți ar ști cu siguranță că, dacă o planetă are apă lichidă, atunci e foarte posibil să găzduiască și viață.

Extratereștrii ar putea să vadă și calotele polare ale Pământului, care cresc și se micșorează după cum se schimbă temperatura. Studiind suprafața și urmărind cât de des are loc rotația maselor de uscat în câmpul vizual al telescoapelor lor, ar putea să-și dea seama și că planeta noastră execută o rotație completă la fiecare 24 de ore. Ar ști cât durează o zi pe Pământ. Extratereștrii ar vedea cum vin și se duc principalele sisteme meteorologice. Ar putea să ne studieze norii.

Gata, hai să revenim la realitate.

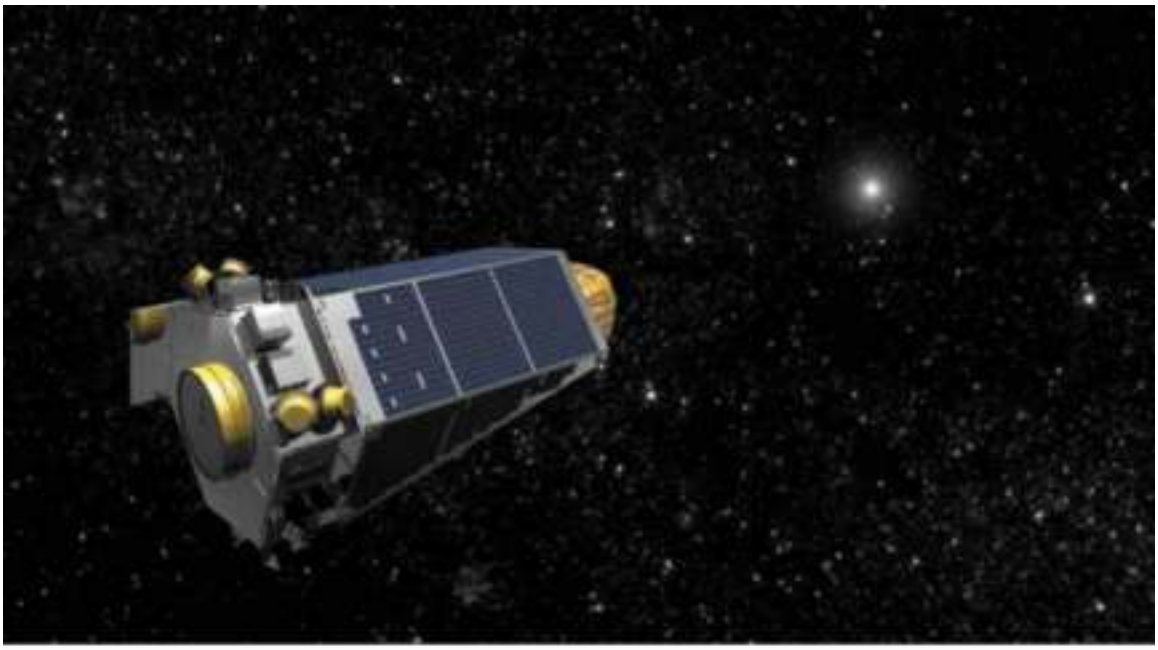
Cea mai apropiată exoplanetă — planeta aflată la cea mai mică distanță de noi, pe orbita unei stele care să nu fie Soarele nostru — poate fi găsită în sistemul stelar învecinat Alpha Centauri. Care este la vreo 4 ani-lumină depărtare, adică distanța pe care o străbate o rază de lumină timp de patru ani, fără să se oprească nicăieri pentru realimentare sau o pauză de mers la baie. Lumina parcurge peste 1 078 de milioane de kilometri într-o singură oră. Deci „vecinii" noștri din Alpha Centauri, la o distanță de 4 ani-lumină, sunt de fapt foarte, foarte departe.

Iar ei sunt cei mai apropiați. Majoritatea exoplanetelor pe care le-au descoperit oamenii de știință se află la zeci și sute de ani-lumină depărtare de noi. Luminozitatea Pământului nu atinge nici măcar a milioana parte din strălucirea Soarelui, deci oricărora dintre acei extratereștri le-ar fi extrem de greu să vadă planeta noastră în mod direct, printr-un telescop care detectează lumina vizibilă. Ar fi ca și cum încerci să detectezi lumina unui licurici în apropierea unui reflector gigantic. Deci, dacă extratereștrii totuși ne-au găsit, cel mai probabil se uită la lumina noastră invizibilă, cum ar fi razele infraroșii. Soarele nu ne depășește chiar atât de mult în luminozitate în domeniul infraroșu.

Sau poate că inginerii lor adoptă o strategie cu totul și cu totul diferită.

Îmi închipui că și ție ți s-a întâmplat să te vâri nepoftit în poza vreunui prieten, ca să-i faci o glumă. Nici măcar astrofizicienii cu mari realizări la activ nu pot rezista ispitei de a face această farsă foarte obișnuită, plus că „fotobombingul" seamănă din niște puncte de vedere cu unul dintre trucurile folosite de noi ca să identificăm planete îndepărtate. Exact la fel cum extratereștrii pot avea mari dificultăți să vadă Pământul de la mare distanță, și nouă ne e greu să observăm direct planetele aflate foarte departe. Drept care NASA a proiectat și construit un telescop, Kepler, care să scormonească după planetele mititele care apăreau în pozele făcute de telescoapele noastre stelelor apropiate.

Telescopul Kepler a observat stele a căror luminozitate totală scade ușor periodic. În aceste cazuri, câmpul vizual



Extraordinara sondă spațială Kepler le-a permis oamenilor de știință să descopere mii de noi planete. Oare se găsește viață pe vreuna dintre ele?

al lui Kepler era exact cel potrivit ca să vadă o stea cum pălește ușor, adică își scade strălucirea cu foarte, foarte puțin, datorită faptului că una dintre planetele ei traversează spațiul fix prin fața ei, cam ca o musculiță care trece razant prin fața ta și a prietenilor tăi când vă faceți o poză. Cu această metodă nu poți vedea planeta în sine. Nu poți vedea nici măcar vreuna dintre caracteristicile de la suprafața stelei. Dar poți vedea că există ceva acolo. Kepler a descoperit mii de exoplanete, inclusiv sute de sisteme stelare cu mai multe planete, așa cum e al nostru.

Extratereștrii s-ar putea să utilizeze aceeași tehnică pentru a identifica Pământul. Observând Soarele nostru, ar avea posibilitatea să detecteze o ușoară diminuare a luminozității acestuia când Pământul trece prin spațiul dintre observatorii extratereștri și steaua noastră locală. Foarte frumos. Ar descoperi că Pământul există, dar n-ar afla nimic despre ce se întâmplă la suprafața lui.

Undele radio și microundele ar putea fi de ajutor aici. Poate că extratereștrii noștri cei curioși ar avea și ei ceva de genul FAST, enormul telescop de 500 de metri din China, despre care am vorbit în Capitolul 9. Dacă l-ar avea și dacă s-ar acorda la frecvențele potrivite, noi am apărea ca fiind una dintre cele mai bogate surse de unde radio din cer. Radiourile noastre moderne, telefoanele mobile, cuptoarele cu microunde, telecomenzile pentru ușile de la garaj, telecomenzile pentru portierele automobilelor și sateliții de comunicații emit la greu semnale. Strălucim puternic din punctul de vedere ale acestor unde lungi. Dacă extratereștrii ar folosi telescoapele și detectoarele adecvate, aceasta ar fi dovada spectaculoasă că se petrece ceva neobișnuit aici.

Pământul ar apărea ca o petrecere foarte interesantă.

Misterioase semnale radio i-au lăsat perplecși la un moment dat și pe savanții noștri, făcându-i să se întrebe, pentru scurt timp, dacă nu cumva niște extratereștri încearcă să comunice cu noi. În 1967, în timp ce examinau cerul în căutarea oricăror surse de unde radio puternice, astrofizicianul Antony Hewish și echipa lui de colaboratori au dat peste ceva extrem de ciudat. Un obiect foarte îndepărtat pulsa cu o frecvență ceva mai mare decât o dată pe secundă. Jocelyn Bell, la vremea aceea doctorandă a lui Hewish, a fost prima care a observat.

Ideea că acel semnal venea din partea unei alte civilizații, dovadă radioasă a activităților acesteia în spațiul cosmic — o variantă extraterestră, în unde radio, a strigătului „Hei, ia uitați-vă încoace!" —, era irezistibilă. Dar lui Bell chestia i s-a părut frustrantă. La data respectivă ea lucra la teza de

## Cine ia premiul?

Deși savanții îi atribuie lui Jocelyn Bell — devenită între timp Jocelyn Bell Burnell — meritul de a fi descoperit pulsarii, premiul Nobel pentru munca depusă în acest scop a fost acordat șefului ei, Antony Hewish. În 1977, Bell Burnell a repetat insistent că nu o deranjează faptul că a fost trecută cu vederea, dar mulți alții au spus că și ea ar fi cucerit distincția dacă nu era femeie. Contribuția ei la descoperirea pulsarilor și opera ei de mai departe i-au adus, de atunci încoace, multe alte distincții, și ea a fost și rămâne o susținătoare formidabilă a cauzei femeilor în știință.

doctorat, iar acești omuleți verzi cu semnalul lor îi perturbau activitatea. După câteva zile, a descoperit însă și alte semnale repetate care veneau din alte locuri ale galaxiei noastre, Calea Lactee. Bell și alți cercetători și-au dat seama că nu intraseră în contact cu niște extratereștri, ci descoperiseră o nouă clasă de obiecte cosmice: stele compuse în întregime din neutroni, care emit pulsuri de unde radio la fiecare rotație. (Și aceleași care sunt la fel de dense ca un tub de balsam de buze în care cineva a îndesat o sută de milioane de elefanți.) Cu mult bun-simț practic și lingvistic, Hewish și Bell au numit aceste stele „pulsari". Iar Bell nu doar că și-a obținut titlul de doctor în științe. I s-a atribuit și meritul pentru una dintre cele mai importante descoperiri din secolul XX.

Mai există și alte moduri de a-i spiona pe extratereștri — sau prin care niște extratereștri avansați să ne spioneze pe noi fără să ne dăm seama. Aceștia ar putea studia lumina provenită de la planeta noastră, ca să vadă ce fel de molecule există pe Pământ și în jurul lui. Dacă o planetă e plină ochi cu viață vegetală și animală, atmosfera ei va fi bogată în ceea ce noi numim markeri biologici (a nu se confunda cu markerele magice!). Markerii biologici sunt molecule care poartă indicii. Când o planetă are markeri biologici, oamenii de știință știu astfel că acolo s-ar putea să fie prezentă viața. Aceste molecule prosperă și se înmulțesc când există viață în jur.

Pe Pământ, un asemenea marker biologic ar fi metanul. Sursele naturale de genul vegetației intrate în descompunere contribuie la producerea metanului nostru. Restul se produce din activitățile antropogene, adică desfășurate de oameni, cum ar fi fabricarea combustibililor, cultivarea orezului, canalizarea, rîgâielile și vânturile trase de animalele domestice.

Da, vânturile trase de vaci ar putea să-i ajute într-o bună zi pe extratereștri să ne descopere.

Totuși semnul cel mai grăitor pentru extratereștrii noștri ar fi tot acel oxigen care plutește liber în atmosfera noastră. Oxigenul este al treilea cel mai răspândit element chimic din cosmos. De asemenea, este și activ chimic — varianta atomică a puștiului care nu iartă pe nimeni la balul de absolvire a școlii generale și dansează cu toată lumea din jur. Oxigenul se combină cu atomii de hidrogen, de carbon, de azot, de siliciu și așa mai departe. Ba se combină și cu el însuși. Acestei molecule nu-i place să stea singură și așa, liberă, de capul ei.

## Există vaci pe Titan?

Savanții dezbat în prezent, în contradictoriu, originea micilor cantități de metan descoperite pe Marte și a cantităților abundente de pe Titan, luna lui Saturn. De unde a venit tot acel metan? Nu de la vaci cosmice, din păcate. Titan are fluvii de metan, care curg ca ale noastre. Lacuri întregi pline cu acest marker biologic.

Deci, dacă extratereștrii ar vedea oxigen plutind în stare liberă prin aer, probabil că și-ar da seama că există ceva care-l „dezleagă" de alți atomi. Aici, pe Pământ, noi știm că responsabilă este viața. Fotosinteza, procesul prin care plantele transformă lumina de la Soare în combustibil, creează oxigen liber în oceane și în atmosferă. Acel oxigen liber din aer le permite oamenilor și practic tuturor celorlalte vietăți din regnul animal să supraviețuiască.

Noi, pământenii, știm deja de ce sunt importanți oxigenul și alți markeri biologici. Dar acești extratereștri ar trebui să-și dea seama singuri, după mintea lor. Dacă ar ajunge la concluzia că aceste indicii sunt dovezi sigure de viață, poate că s-ar întreba și dacă viața respectivă este una inteligentă. Câteodată îmi pun și eu aceeași întrebare.

Serios, acum — oare există extratereștri acolo, departe, cercetând cosmosul în căutarea unor semne de viață? Prima exoplanetă a fost descoperită în 1995, iar la data la care scriu eu aceste rânduri, numărătoarea a depășit 4 000. Oamenii

de știință se gândesc în prezent că numai în Calea Lactee există nu mai puțin de 40 de miliarde de planete de mărimea Pământului. Cu niște numere ca astea, undeva acolo, cineva sau ceva s-ar putea să se uite spre noi.

# 12.

# Să te uiți în sus și să ai gânduri mari

Copil fiind, un adevăr dintre cele pe care ți-e cel mai greu să-l înveți este acela că, de fapt și de drept, nu tu ești centrul universului. Eu îmi amintesc ziua când am împlinit 5 ani. Mama a venit acasă de la magazin și a înfipt o lumânărică în mijlocul tortului pentru ziua mea de naștere. Lumânărica avea forma cifrei 5. Am rămas *cu gura căscată!* Cei de la magazin știau că eu împlinesc 5 ani! Au făcut lumânarea aceea și au păstrat-o pentru mine!

Oricum, eu asta am crezut. Nu mi-a trecut prin cap nicio clipă că și alți copii, de pe tot cuprinsul lumii, împliniseră 5 ani sau aveau să-i împlinească în curând, deci existau o sumedenie de asemenea lumânări. Bine, și ce legătură are chestia asta cu stelele și galaxiile?

Astrofizica ne învață că nu suntem centrul lumii.

Ea ne învață că universul nostru s-ar putea să nu fie nici măcar singurul univers. Ne învață să avem o perspectivă cosmică.

Dar cine ajunge să gândească așa? Cine ajunge să privească această perspectivă cosmică asupra vieții cu dragoste și admirație? Nu muncitorii zilieri din agricultură, care trebuie să treacă de la o slujbă temporară la alta doar ca să-și poată hrăni copiii. Nu muncitorii din fabricile unde se fac aparate electronice, pentru un salariu foarte mic. Cu siguranță, nu oamenii fără adăpost care scormonesc prin tomberoanele de gunoi după ceva de mâncare. Trebuie să-ți permiți luxul unui timp pe care să nu fie nevoie să-l consumi doar ca să supraviețuiești. Sau trebuie să fii tânăr, cu o situație materială suficient de confortabilă încât să nu-ți faci griji pentru hrană sau siguranța personală, și să fii dispus să ridici privirea de pe aplicațiile telefonului mobil, de pe SMS-uri ori de la ultimele seriale de pe Netflix, și să privești stelele.

Perspectiva cosmică vine și ea cu un cost ascuns. Când călătoresc la mii de kilometri depărtare, doar ca să petrec câteva clipe în umbra iute-mișcătoare a Lunii, în timpul unei eclipse solare totale, și eu pierd uneori din vedere Pământul.

Când stau și cuget la universul în expansiune, cu galaxiile lui care se îndepărtează în goană unele de altele, incrustate ca diamantele în țesătura întinsă la nesfârșit a spațiului și timpului, uit uneori că nenumărați oameni trăiesc pe acest Pământ fără hrană și fără un acoperiș deasupra capului și că mulți dintre ei sunt copii ca tine.

Când urmăresc orbitele asteroizilor, ale cometelor și ale planetelor, fiecare dintre ele ca o balerină piruetând într-un imens balet cosmic ghidat de gravitație, uit uneori că prea

mulți oameni nu știu nimic despre delicata relație dintre atmosfera Pământului, oceane și uscat.

Iar uneori uit că oamenii puternici și influenți rareori fac tot ce le stă în putință pentru a-i ajuta pe cei incapabili să se ajute singuri.

Câteodată uit aceste lucruri pentru că, oricât de mare ar fi lumea — în inimile noastre, în mintea noastră și în hărțile noastre digitale supradimensionate —, universul e încă și mai mare. Un gând cam deprimant pentru unii, dar un gând eliberator pentru mine.

Sunt convins că adulții din viața ta te mustră când și când și îți dau de știre că problemele tale *nu sunt chiar atât de importante*. Poate chiar îți reamintesc că lumea nu se învârte în jurul tău. Dar și noi, cei care am crescut mari, trebuie să ne reamintim nouă înșine acest lucru.

Acum imaginează-ți o lume în care toți oamenii, dar mai ales cei care dețin putere și influență, au o viziune largă asupra locului nostru în cosmos. Cu o astfel de perspectivă, problemele noastre s-ar micșora — sau chiar n-ar mai apărea deloc — și am putea să ne bucurăm de micile noastre diferențe pământești, și nu să ne certăm și să ne luptăm între noi din cauza lor.

Acum ceva vreme, în ianuarie 2000, proaspăt renovatul Planetariu Hayden din New York avea în program o prezentare-spectacol intitulată *Pașaport spre univers*, care îi ducea pe vizitatori într-un tur virtual din planetariu și până la marginea cosmosului. Spectatorii priveau Pământul, apoi sistemul solar, după care se uitau cum sutele de miliarde

de stele din galaxia Calea Lactee se micșorează și ele, la rândul lor, până ajungeau ca niște punctulețe abia vizibile pe impunătorul dom al planetariului.

La vreo lună după ziua inaugurării, am primit o scrisoare de la un profesor de colegiu, a cărui competență ținea de lucrurile care îi fac pe oameni să se simtă mici și neînsemnați. Habar n-aveam că te poți specializa într-un asemenea domeniu. El voia să le înmâneze vizitatorilor un chestionar cu întrebări înainte și după vizita la planetariu, ca să vadă cât de deprimați erau după vizionarea spectacolului cosmic. *Pașaport spre univers*, mi-a scris el în acea scrisoare, îl făcuse să se simtă îngrozitor.

Cum se poate una ca asta?! De fiecare dată când văd prezentarea-spectacol despre spațiul cosmic (și altele pe care le-am realizat), eu mă simt foarte viu și însuflețit și conectat la lumea din jur. Totodată, mă simt mare și important, știind că acele 1 360 de grame de creier uman sunt lucrul care ne-a dat posibilitatea să aflăm care ne e locul în univers.

Dă-mi voie să fiu de părere că profesorul cu pricina, și nu eu, este cel care a interpretat greșit natura. În primul rând că orgoliul lui era din start nejustificat de mare, excesiv de amplificat de ideea că ființele umane ar fi mai importante decât orice altceva din univers.

În apărarea domnului profesor, adevărul este că există forțe puternice în societate care ne influențează să gândim astfel. Și eu gândeam așa, până în ziua când am învățat, la ora de biologie, că într-un singur loc minuscul de pe corpul meu trăiesc mai multe ființe microscopice numite bacterii decât toți oamenii care au existat vreodată în lume. Genul acesta de informație te face să te gândești de două ori când îți pui întrebarea cine — sau ce — se află practic la conducerea lumii.

Știu ce îți zici tu acum: noi suntem mai inteligenți decât bacteriile.

Neîndoios că suntem mai inteligenți decât oricare altă ființă vie care a pășit, a înotat sau s-a târât vreodată pe Pământ. Dar cât de inteligent înseamnă „mai inteligent"? Noi gătim hrana pe care o mâncăm. Compunem poezii și muzică. Creăm artă și facem știință. Ne pricepem la matematică. Chiar dacă tu nu ești grozav la matematică, în mod sigur ești mult mai bun decât cel mai inteligent cimpanzeu. Un cimpanzeu nu știe să facă împărțiri cu zecimale.

Însă la o scară cosmică, probabil că nu suntem chiar atât de inteligenți. Imaginează-ți o formă de viață a cărei capacitate cerebrală este, față de a noastră, la fel cum suntem noi față de cimpanzei. În raport cu o asemenea specie, realizările noastre mentale cele mai grozave n-ar fi nimic. Copiii lor de grădiniță, spre exemplu, în loc să-și învețe alfabetul cu personajele din *Sesame Street*, ar studia matematicile pe care noi abia le facem la facultate. În ochii acestor ființe, Einstein n-ar fi cu nimic mai deștept decât micul Timmy care tocmai s-a întors acasă de la grădinița lui extraterestră.

Genele noastre — codurile biologice care călăuzesc un nou-născut uman pe măsură ce crește și se transformă într-un adult complet dezvoltat — nu se deosebesc chiar atât de mult de cele ale unui cimpanzeu. Suntem un pic mai inteligenți, da. Practic însă, suntem una cu restul naturii, locul nostru fiind nici deasupra, nici dedesubt, ci înăuntru.

Vrei să știi din ce ești făcut, cu adevărat? Din nou, perspectiva cosmică ne oferă un răspuns mai mare decât te-ai aștepta probabil. Elementele chimice ale universului sunt făurite în furnalele incandescente ale stelelor masive,

care își încheie viața prin explozii enorme, îmbogățindu-și galaxia-gazdă cu chimicalele necesare vieții. Rezultatul? Acele patru cele mai răspândite ingrediente chimice active din univers: hidrogenul, oxigenul, carbonul și azotul, care sunt și cele mai întâlnite elemente chimice de pe Pământ.

Noi nu trăim pur și simplu în acest univers.

Universul trăiește în noi.

Acestea fiind spuse, să știi că s-ar putea nici să nu fim originari de pe acest Pământ. Oamenii de știință au dat la iveală informații care îi obligă să regândească teoriile despre cine suntem și de unde am venit.

În primul rând, așa cum am văzut deja, când un asteroid de mari dimensiuni lovește o planetă, zonele înconjurătoare pot reacționa fizic la energia impactului, catapultând bucăți de rocă în spațiu. În același mod, dacă ar fi să pui o jucărie pe patul din camera ta, iar apoi să sari cu toată forța pe saltea, energia produsă de impactul corpului tău cu salteaua ar împinge jucăria să sară în aer. Asteroizii pot lovi cu atât de multă energie, încât bucățile de rocă desprinse de pe suprafața unei planete pot să ajungă — și să coboare — pe suprafața altor planete. Așa se face că găsim fragmente din Lună și din Marte aici, pe Pământ.

În al doilea rând, minusculele forme de viață numite microorganisme pot să supraviețuiască unor game foarte variate de temperaturi, presiune și radiație întâlnite în timpul călătoriei prin spațiu. Dacă rocile spațiale provin de pe o planetă unde există viață, atunci înăuntrul lor ar putea foarte bine să reziste, în deplină siguranță, forme microscopice de viață.

În al treilea rând, dovezi recente sugerează că, la puțin timp după formarea sistemului nostru solar, Marte era o planetă umedă și poate suficient de fertilă ca să dea naștere vieții.

Luate împreună, aceste constatări ne spun că e posibil ca viața să fi început pe Marte și să fi ajuns pe Pământ înăuntrul unei roci. Deci toți pământenii s-ar putea — doar s-ar putea! — să fie descendenți ai marțienilor.

Iar și iar de-a lungul veacurilor, descoperirile cosmice ne-au afectat imaginea despre sine. Odinioară aveam convingerea că Pământul este unic. Pe urmă, astronomii au aflat că planeta noastră e doar una dintre cele care gravitează în jurul Soarelui. OK, dar Soarele rămâne special, nu? Nu și după ce am aflat că nenumăratele stele de pe cerul nopții sunt și ele tot niște sori.

Bine, dar galaxia noastră, Calea Lactee, nu se poate să nu fie unică!

Nu prea. Nu și după ce am stabilit că nenumăratele lucruri alb-lăptoase și neclare pe care le vedem când ne uităm spre cer sunt alte galaxii, presărate în peisajul general al universului nostru cunoscut.

În ziua de azi, e ușor să te gândești că universul nostru e tot ce există și gata. Dar noile teorii ne impun să rămânem cu mintea deschisă în fața unei alte posibilități: ideea că universul nostru nu este decât unul din multe altele și că noi nu suntem decât o particică dintr-un multivers mult mai mare.

Perspectiva cosmică decurge din cunoștințele noastre despre univers. Dar nu se referă doar la atât. E vorba și despre înțelepciunea și intuiția de a aplica aceste cunoștințe în scopul evaluării locului nostru în univers. Iar atributele sale sunt clare:

Perspectiva cosmică provine din frontierele științei, dar nu-i este rezervată doar omului de știință. Ea le aparține tuturor.

Perspectiva cosmică este una a modestiei.

Perspectiva cosmică este spirituală, dar nu și religioasă.

Perspectiva cosmică ne permite să cuprindem în același mod de gândire infinitul mare și infinitul mic, de la un univers care a început dintr-un spațiu mult mai mărunt decât semnul de punctuație de la sfârșitul acestei fraze, ajungând acum la o dimensiune de multe miliarde de ani-lumină.

Perspectiva cosmică ne deschide mintea spre idei extraordinare, dar nu o lasă atât de deschisă încât să ne pierdem capacitatea de a raționa logic și să ne repezim să credem orice ni se spune.

Perspectiva cosmică îți deschide ochii către univers, dar nu ca un loc care este leagănul vieții și rămâne propice acesteia, ci ca un loc rece, singuratic și primejdios, unde viața riscă să dispară din cauza pustietății duse la extrem și din cauza a tot felul de obiecte periculoase. Acest lucru ne face să înțelegem valoarea și importanța tuturor ființelor umane — chiar și a fraților sau surorilor tale care te enervează și a colegilor care nu te lasă niciodată în pace.

Perspectiva cosmică înfățișează Pământul ca un punctuleț albăstriu aflat pe orbită prin vastitatea spațiului.

Dar este un punctuleț prețios, iar pentru moment este singura noastră casă — ceea ce ne îndeamnă să ne pese din tot sufletul de planeta noastră atât de rară și de generoasă.

Perspectiva cosmică găsește frumusețe în imaginile planetelor, lunilor și stelelor, dar în același timp respectă și cinstește gravitația și celelalte legi universale care le-au dat formă.

Perspectiva cosmică ne ajută să vedem dincolo de propria situație, dându-ne posibilitatea să realizăm că viața înseamnă mai mult decât bani, popularitate, haine, sport sau chiar note.

Perspectiva cosmică ne aduce aminte că explorarea spațiului nu trebuie să fie o cursă în care țările se iau la întrecere ca să-și adjudece următoarea mare realizare, ci o aventură cosmică în care toate națiunile își dau mâna pentru a căuta împreună cunoaștere și experiență.

Perspectiva cosmică ne spune nu doar că viața, în toate formele ei, este rară și că avem mai multe în comun cu toate celelalte forme de viață de pe Pământ decât credeam altădată, ci și că vom împărtăși probabil multe asemănări cu oricare gen de viață încă nedescoperită din univers.

Perspectiva cosmică ne demonstrează că atomii înșiși și particulele însele din care sunt alcătuite corpurile noastre se găsesc peste tot în universul însuși, făcându-ne să fim unul și același lucru.

Cel puțin o dată pe săptămână, dacă nu o dată pe zi, eu sper să îți găsești câteva clipe ca să te întrebi ce adevăruri cosmice stau nedescoperite în fața noastră. Aceste mistere așteaptă sosirea unui om isteț, care să gândească un experiment ingenios sau o misiune spațială inventivă. Mai departe, am putea să ne întrebăm cum vor transforma acele descoperiri, într-o zi, viața de pe Pământ.

Pe durata scurtei noastre șederi pe planeta Pământ, ne datorăm nouă înșine și le datorăm urmașilor noștri ocazia de a explora — în parte pentru că e distractiv, indiferent dacă vorbim despre a trimite astronauți pe Marte sau roboți pe luna Europa și dincolo de ea. Dar există și o rațiune mult mai nobilă. Ziua în care cunoașterea noastră despre cosmos încetează să se mai extindă, riscăm să cădem înapoi în credința copilărească de odinioară că universul se învârte în jurul nostru. Că există o singură lumânare de forma cifrei 5 în toată lumea. Acesta ar fi sfârșitul strădaniei omenirii de a căuta cunoaștere și adevăr. Deci eu te îndemn să faci tot ce poți pentru a te asigura că acest lucru nu se va întâmpla. Însuși viitorul omenirii s-ar putea să depindă de capacitatea noastră de a adopta perspectiva cosmică, în loc să ne temem de ea.

# GLOSAR

**An-lumină:** Astrofizicienii au de-a face cu distanțe foarte, foarte mari, deci kilometrii sau milele din sistemul imperial nu sunt suficient de mari pentru noi. În loc de asta, noi folosim anii-lumină, adică numărul de ani de care ar avea nevoie o rază de lumină care se deplasează cu viteza de 300 de milioane de metri pe secundă ca să ajungă de la un obiect îndepărtat până la telescoapele noastre.

**Antimaterie:** Materia este orice ocupă spațiu, inclusiv protonii, electronii și celelalte particule elementare. Fiecare dintre aceste particule are și o particulă geamănă de antimaterie, care îi este contrară din toate punctele de vedere. Dar antimateria rareori supraviețuiește multă vreme. Când un proton își întâlnește geamănul din antimaterie, antiprotonul, ei se distrug unul pe celălalt, într-o explozie de energie.

**Asteroizi:** Aceste roci spațiale orbitează în jurul Soarelui și variază în dimensiuni de la mărimea unor pietricele la cea a unor planetoizi — planete în miniatură —, cum ar fi Ceres,

care are un diametru de aproape 1 000 de kilometri. Zeci de mii de roci spațiale sunt adunate în Marea Centură de Asteroizi dintre Marte și Jupiter. Un asteroid a fost cel care a ras de pe fața Pământului dinozaurii.

**Atom:** Tot ce poți să vezi, să atingi și să miroși este făcut din atomi. Atomul constă dintr-un nucleu sau centru, în care există cel puțin un proton cu sarcină electrică pozitivă, și din cel puțin un electron pe orbită în jurul centrului. Cu excepția hidrogenului, care este cel mai simplu și mai comun atom din univers, toți atomii au în nucleu și neutroni.

**Big Bang:** Nașterea universului, când toată materia și toată energia din care sunt făcute galaxiile și stelele și planetele și formele noastre de viață au țâșnit cu repeziciune în exterior dintr-un spațiu inimaginabil de mic.

**Cometă:** Călătoarea sistemului solar, una dintre favoritele astronomilor amatori și profesioniști, este făcută din gheață și praf. Gheața este un atribut caracteristic minunat, pentru că tinde să se topească în timp ce cometa trece prin raza de acțiune a Soarelui, lăsând în urmă o dâră vizibilă de gaz și praf („coada cometei").

**Cosmos:** O altă denumire pentru vastul, minunatul și misteriosul nostru univers. De asemenea, este și titlul unui serial documentar de televiziune, deosebit de stelar.

**Energie întunecată:** Universul pare să crească mai repede decât ar trebui, judecând după ce știm noi despre gravitație și

despre cantitatea de materie din cosmos. O forță misterioasă pare să fie motorul acestei creșteri. Savanții au numit-o energie întunecată.

**Electron:** O particulă cu sarcină electrică negativă. Din câte știm noi, electronul nu poate fi descompus în bucăți mai mici, deci îl numim particulă fundamentală.

**Element:** Atomii se găsesc sub multe forme diferite, în funcție de numărul de protoni înghesuiți în nucleu, iar cele 118 elemente care alcătuiesc tabelul periodic al elementelor chimice descriu toate tipurile cunoscute de atomi din univers.

**Exoplanetă:** Orice planetă care gravitează în jurul unei stele care nu este Soarele nostru. Cea mai apropiată exoplanetă se află la o depărtare de 4 ani-lumină, ceea ce înseamnă distanța parcursă de o rază de lumină care aleargă neîntrerupt prin spațiu timp de patru ani la rând. De-a lungul ultimilor ani, savanții au descoperit mii de asemenea lumi îndepărtate. Oare vreuna din ele o fi propice vieții? Sperăm să aflăm într-o zi.

**Forța electromagnetică:** Una dintre cele patru forțe principale sau fundamentale din univers, această forță leagă laolaltă moleculele și menține electronii pe orbită în jurul centrelor cu sarcină electrică pozitivă ale atomilor.

**Forța nucleară slabă:** Forța fundamentală care controlează descompunerea radioactivă, adică procesul prin care un atom se rupe și are loc transformarea unei părți din materia

lui în energie. Celelalte trei forțe țin laolaltă forme mari sau mici de materie, dar forța nucleară slabă desface încet-încet materia.

**Forța nucleară tare:** Una dintre cele patru forțe fundamentale, forța nucleară tare ține la un loc protonii și neutronii în interiorul nucleului atomic. Deși este cea mai puternică dintre cele patru forțe, nu acționează decât pe distanțe foarte mici.

**Foton:** O unitate de energie luminoasă care se comportă ca o undă.

**Gaură de vierme:** Unul dintre cele mai stranii rezultate ale cercetărilor lui Einstein pe tema gravitației și ale descoperirii lui că gravitația deformează spațiul și timpul este ideea că universul ar putea fi îndoit sau încovoiat, astfel încât să permită scurtături între două locuri din cosmos. Nimeni nu a descoperit încă vreunul dintre aceste tuneluri botezate găuri de vierme, dar mulți savanți reputați, inclusiv Einstein însuși, s-au gândit cu multă seriozitate la acest concept. Găurile de vierme sunt și un instrument favorit al autorilor de literatură științifico-fantastică.

**Galaxie:** O grupare de stele, nori de gaz și praf și materie întunecată pe care gravitația le ține laolaltă.

**Gravitația:** Încă una dintre cele patru forțe fundamentale din univers; gravitația nu se rezumă la a ne menține cu picioarele pe pământ. Datorită lui Einstein, am aflat că gravitația

chiar deformează de fapt spațiul, îndoind liniile drepte și curbându-le.

**Lepton:** Unul dintre primele două tipuri de particule care au apărut în univers, leptonii sunt niște singuratici și nu le place să se strângă în cărduri. Cel mai bine cunoscut lepton este electronul.

**Materie:** Orice lucru care ocupă spațiu este considerat a fi materie, inclusiv tu însuți și totul din jurul tău — plus toate acele quarcuri și toți acei leptoni care alcătuiesc tot ce există.

**Materie întunecată:** Studiind galaxiile și roiurile de galaxii îndepărtate, astrofizicienii au descoperit că grupurile de stele par să fie ținute laolaltă de o formă necunoscută și invizibilă de materie. Dat fiind că n-o putem vedea, oamenii de știință i-au pus numele de materie întunecată. Dacă afli ce anume este, cu adevărat, te rog să-mi dai de știre.

**Neutron:** Rezident în nucleu, adică centrul atomului, neutronul este făcut din quarcuri, dar nu are sarcină electrică. Unul dintre cele mai exotice obiecte din univers, steaua neutronică, are grămezi de asemenea particule.

**Nucleu atomic:** Centrul atomului, alcătuit din protoni și, cu excepția hidrogenului, neutroni.

**Proton:** Acest membru cu sarcină electrică pozitivă al centrului atomului este făcut din quarcuri și a apărut prima dată cam la o secundă după nașterea universului. Cel mai

simplu și mai des întâlnit element chimic din univers, hidrogenul, nu are decât un proton în nucleul său. Fierul, unul dintre elementele grele, are 26 de protoni.

**Pulsar:** O stea neutronică (vezi mai sus „Neutron") care emite raze de lumină, în timp ce se rotește continuu, ca un fel de far cosmic.

**Quarc:** Această particulă fundamentală — cu alte cuvinte, nu poți s-o descompui în bucăți mai mici — se găsește în șase forme diferite și a fost unul dintre primele tipuri de materie care au apărut la începutul existenței universului, alături de leptoni. Fără quarcuri, n-am avea nici protoni, nici neutroni, nici atomi... nici nimic altceva, de fapt.

**Radiație cosmică (cu microunde) de fond :** Lumină rămasă din perioada timpurie a universului și care există și azi, strălucind prin cosmos. Universul a continuat să se dilate de la Big Bang încoace, deci această lumină s-a întins și s-a transformat într-un tip de lumină cu undă mai lungă și invizibilă, care poartă numele de microunde. Deși nu putem vedea cu ochii noștri aceste microunde, telescoapele de care dispunem pot să le măsoare și să le dea indicii oamenilor de știință despre ce s-a întâmplat în prima perioadă de la nașterea universului.

**Raze cosmice:** Aceste raze cu mare încărcătură de energie șuieră ca glonțul peste tot prin cosmos, având o putere uriașă înmagazinată într-un „pachețel" minuscul de particule. Razele cosmice ar fi dăunătoare pentru oameni, dar atmosfera noastră asigură un scut protector.

**Spațiu intergalactic:** Aceste întinderi întunecate de spațiu dintre galaxii, care par să fie pustii la prima vedere, găzduiesc de fapt o mulțime de chestii exotice, cum ar fi stele fugare și gaze superfierbinți. Vezi Capitolul 4, intitulat „Între galaxii".

# SURSELE ILUSTRAȚIILOR

4 NASA (http://nasa.gov)/ESA (http://www.esa.int), colectivul proiectului Hubble Key Project și colectivul proiectului High-Z Supernova Search Team

12 NASA (http://nasa.gov)/ESA (http://www.spacetelescope.org)/STScI (http://www.stsci.edu), R. Gendler și Telescopul Subaru (NAOJ)

27 NASA/JPL-Caltech

29 R. Stockli, A. Nelson, F. Hasler/NASA/GSFC/NOAA/USGS

36 NASA/JPL-Caltech

38 NASA/C. Reed

39 NASA, ESA, colectivul Hubble Heritage (STScI/AURA), J. Bell (ASU) și M. Wolff (Space Science Institute)

49 NASA

58 NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

62 NASA/JPL-Caltech

68 NASA/ESA/G. Bacon, STScI

72 NASA, ESA și colectivul Hubble Heritage (STScI/AURA)

74 NASA, ESA, CXC, SSC și STScI

75 Raze X: NASA/CXC/E. O'Sullivan și colectivul; Optice: Palomar DSS

90 Raze X: NASA/CXC/SAO/PSU/D. Burrows și colectivul; Optice: NASA/STScI; Milimetrice: NRAO/AUI/NSF

107 NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute
112 NASA/Goddard/Arizona State University
113 NASA/Dana Berry
115 Raze X: NASA/CXC/University of Toronto/M. Durant și colectivul; Optice: DSS/Davide De Martin
124 Ian Morrison, University of Manchester
129 NASA/JPL-Caltech
139 NASA/JPL
143 NASA